

⑤

Int. Cl. 2:

**F 01 D 15/00**

⑯ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

F 25 B 1/04

F 04 D 29/58

DEUTSCHES PATENTAMT



Behördeneigentlich

DT 25 41 715 A1

⑪

# Offenlegungsschrift 25 41 715

⑫

Aktenzeichen:

P 25 41 715.6-13

⑬

Anmeldetag:

18. 9. 75

⑭

Offenlegungstag:

1. 4. 76

⑳

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

20. 9. 74 Japan 107795-74

6. 1. 75 Japan 88-75

24. 6. 75 Japan 76716-75

㉓

Bezeichnung:

Turbo-Aggregat

㉔

Anmelder:

Hitachi, Ltd., Tokio

㉕

Vertreter:

Beetz sen., R., Dipl.-Ing.; Lamprecht, K., Dipl.-Ing.; Beetz jun., R., Dr.-Ing.;  
Pat.-Anwälte, 8000 München

㉖

Erfinder:

Yoshinaga, Yoichi; Mishina, Haruo; Ibaraki, Sunobe, Kazuhiro,  
Urawa (Japan)

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

IV 25 41 / 15 A1

Patentanwälte  
ipl.-Ing. R. BEETZ sen.,  
ipl.-Ing. K. LAMPRECHT  
Dr.-Ing. R. BEETZ jr.

8 München 22, Steinsdorfstr. 10  
Tel. (089) 227201/227244/298910  
Telegr. Allpatent München  
Telex 522048

2541715

81-24.767P(24.768H)

18. 9. 1975

HITACHI, LTD., Tokio (Japan)

#### Turbo-Aggregat

Die Erfindung bezieht sich auf Turbo-Aggregate wie Turbo-Kompressoren, Turbo-Trockner, Turbo-Kühleinrichtungen, Turbo-Generatoren od. dgl.

Im folgenden wird als Ausführung eines Turbogerätes ein bekannter Turbo-Kompressor beschrieben.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten bekannten Turbo-Kompressor ist ein elektrischer Antriebsmotor 2 und ein Schnellganggetriebe 3 fest auf einem gemeinsamen Träger 1 montiert. Ein Kompressor 4 ist an der einen Seite und ein weiterer Kompressor 5 an der anderen Seite des Getriebes 3

81-(A 1104-03)-Sd-r (8)

609814/0918

montiert. Zwischen der Ausgangsseite des Kompressors 4 und der Eingangsseite des Kompressors 5 sind ein Zwischenkühler und an der Ausgangsseite 3 des Kompressors 5 ein weiterer Nachkühler 7 für den Fall vorgesehen, daß die Temperatur der abgeführten Luft oder anderer Gase (die im folgenden als ein Gas bezeichnet werden) aus dem zweiten Kompressor höher als gewünscht ist.

Das Gas strömt über einen Einlaß 8 in den Kompressor 4 und wird durch ein Verdichterrad 9 des Kompressors 4 beschleunigt. Der beschleunigte Gasstrom gelangt in den Zwischenkühler 6 durch einen Diffusor 10 und eine Schnecke 11, in denen die Geschwindigkeitsenergie der Gasströmung in Druckenergie umgewandelt und im Kühler 6 ein hoher Gasdruck erreicht wird. Beim Durchströmen des Zwischenkühlers 6 wird das Gas in einem Kühlrohr 12 abgekühlt. Durch ein Einlaßrohr 13 strömt das zwischengekühlte Gas über eine Einströmöffnung 15 in den Verdichter 14 des zweiten Kompressors 5. Das durch das Rad 14 beschleunigte Gas strömt in einen Diffusor 16 und eine Schnecke 17, in denen durch Umwandlung der Geschwindigkeitsenergie ein Hochdruck erzeugt wird. Über ein Rohr 18 gelangt danach das hochgespannte Gas zu einem Nachkühler 7, in dem es beim Durchströmen einer im Kühler angeordneten Rohrleitung heruntergekühlt wird. Das gekühlte Gas gelangt dann zum Verbraucher. Kühlwasser fließt durch einen Einlaufstutzen 20 zur Rohrleitung 12 des Zwischenkühlers und über einen Ablaufstutzen 21 ab. In gleicher Weise wird Kühlwasser dem Nachkühler 7 über einen Zulaufstutzen 22 zur Leitung 19 zu und über einen Ablaufstutzen 23 abgeführt.

Die beiden Gebläseräder 9 und 14 werden über zwei Zahnräder 24, 25 des Schnellganggetriebes 3 durch einen Elektromotor 2 angetrieben.

Bei diesem bekannten Turbo-Kompressor sind die beiden Kompressoren 4 und 5 sowie das Schnellganggetriebe 3 zu einer integrierten Baugruppe zusammengefaßt, während der Zwischenkühler 6, der Nachkühler 7 und der Elektromotor 2 unabhängig voneinander auf dem gemeinsamen Rahmen 1 montiert sind. Diese Einzelaggregate sind untereinander lediglich durch Verbindungen oder Rohre gekoppelt, so daß eine leichtgewichtige und kompakte Anordnung von geringen Abmessungen des Turbo-Kompressors nicht erreicht wird. Da ferner die beiden Kompressoren 4 und 5, das Schnellganggetriebe 3 und der Elektromotor 2 der atmosphären Luft ausgesetzt sind, werden die von diesen Geräten erzeugten Geräusche unmittelbar nach außen übertragen, was zu einem hohen Lärmpegel beim Betrieb dieses Kompressors führt.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines vollständig eingekapselten Turbo-Druckmittelgerätes von geringen Abmessungen, Gesamtgewicht und Geräuschpegel.

Die Lösung dieser Aufgabe ist gekennzeichnet durch mindestens einen ring- bzw. zylinderförmigen Wärmetauscher zum Kühlen oder Erwärmen des aus der vorgeschalteten Gebläsestufe einer nachfolgenden Gebläsestufe zugeführten Fluides und/oder durch einen ring- bzw. zylinderförmigen Wärmetauscher zum Kühlen oder Erwärmen des aus der Gebläseendstufe abströmenden Fluides, wobei im Zylinderinnenraum innerhalb der Wärmetauscher ein Turbo-Gerät mit mindestens zwei Gebläserädern, einem elektrischen Antriebsmotor für die Gebläseräder oder einem durch einen Teil der Gebläseräder angetriebenen elektrischen Generator, Übersetzungsgliedern zwischen dem Elektromotor oder Generator und den Gebläserädern zur Kraftübertragung und Drehzahländerungen, sowie Öl-



fördermittel zum Zuführen von Schmieröl zum Elektromotor oder Generator und zum Getriebe aufgenommen sind.

Erfindungsgegenstand ist somit ein Turbo-Druckmittelgerät in Form eines abgekapselten Bausatzes, bei dem ein Kühler für einen Turbo-Kompressor, ein Turbo-Kühlaggregat oder einen Turbo-Trockner bzw. eine Heizung für einen Turbo-Generator in ringförmiger Gestalt vorgesehen ist, in dessen Innenraum ein Elektromotor oder Generator, ein Getriebe, ein Kompressor und/oder eine Turbine, eine Ölfördereinrichtung und andere Zubehörteile angeordnet sind, wodurch einmal der Geräuschpegel und zum anderen die Größe und das Gewicht des Gesamttaggregates verringert werden.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung im einzelnen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 einen Vertikalschnitt durch einen bekannten Turbo-Kompressor,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch einen Turbo-Kompressor gemäß der Erfindung mit zwei Verdichterrädern,

Fig. 3 einen Längsschnitt durch eine andere Ausführung eines erfindungsgemäßen Turbo-Kompressors mit zwei Verdichterrädern,

Fig. 4 eine weitere Ausführung eines erfindungsgemäßen Turbo-Kompressors mit zwei Verdichterrädern,

Fig. 5 eine weitere Ausführung des erfindungsgemäßen Turbo-Kompressors mit zwei Verdichterrädern,

Fig. 6 einen Querschnitt der Ausführung nach Fig. 5 längs der Schnittlinie VI-VI in Fig. 5,

Fig. 7 einen Querschnitt durch die Ausführung nach Fig. 5 längs der Schnittlinie VII-VII in Fig. 5,

Fig. 8 einen Querschnitt längs der Schnittlinie VIII-VIII der Ausführung nach Fig. 5,

Fig. 9 eine auseinandergezogene Schnittdarstellung des Innenzylinders,

Fig. 10 einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführung eines erfindungsgemäßen Turbo-Kompressors mit zwei Verdichterrädern,

Fig. 11 eine auseinandergezogene Darstellung des Innenzylinders der Ausführung nach Fig. 10,

Fig. 12 einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführung des erfindungsgemäßen Turbo-Kompressors mit zwei Verdichterrädern,

Fig. 13 einen Querschnitt des Turbo-Kompressors nach Fig. 12 längs der Schnittlinie XIII-XIII in Fig. 12,

Fig. 14 einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführung eines erfindungsgemäßen Turbo-Kompressors mit zwei Verdichterrädern,

Fig. 15 einen Querschnitt durch eine weitere Ausführung des erfindungsgemäßen Turbo-Kompressors mit drei Verdichterrädern,

Fig. 16 einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführung eines erfindungsgemäßen Turbo-Kompressors mit drei Verdichterrädern,

Fig. 17 einen Querschnitt durch die Ausführung nach Fig. 16 längs der Schnittlinie XVII-XVII,

Fig. 18 eine auseinandergezogene Schnittdarstellung des Innenzylinders,

Fig. 19 einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführung eines erfindungsgemäßen Turbo-Kompressors mit vier Verdichterrädern,

Fig. 20 einen Querschnitt der Kompressorausführung nach Fig. 19 längs der Schnittlinie XX-XX in Fig. 19,

Fig. 21 einen Längsschnitt durch eine Ausführung eines Turbo-Kühlgerätes gemäß der Erfindung,

Fig. 22 einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführung eines erfindungsgemäßen Turbo-Kühlgerätes,

Fig. 23 einen Längsschnitt durch eine Ausführung eines turbo-elektrischen Generators gemäß der Erfindung,

Fig. 24 einen Längsschnitt durch eine andere Ausführung eines erfindungsgemäßen turbo-elektrischen Generators.

Der in Fig. 2 dargestellte Turbo-Kompressor besitzt einen ringförmigen Zwischenkühler 26. Ein Ringraum ist durch einen inneren Zylinder 28 und einen äußeren Zylinder 29 von unterschiedlichen Durchmessern gebildet, die konzentrisch ineinander angeordnet sind und an ihren Enden zwei Platten 30, 31 zum Abschließen des zylindrischen Ringraumes aufweisen. In der Endplatte 30 ist mittig eine Kreisöffnung eingearbeitet. Im Ringraum 27 erstrecken sich über seine gesamte Länge eine Vielzahl von Wärmeaustauschrohren 32, die mit ihrem einen Ende in der Platte 30 festgelegt sind. Eine Hälfte dieser Rohre 32 sind mit einem Kopfstück 33 an der Einströmseite des Kompressors und die andere Hälfte mit einem Kopfstück 34 an der Abströmseite verbunden. Das jeweils andere Ende dieser Rohre ist an eine frei in dem Ringraum angeordnete Wasserkammer 35 angeschlossen.

In dem durch den Innenzylinder 28 des Zwischenkühlers 26 gebildeten zylindrischen Raum 36 ist ein Elektromotor 37 angeordnet.

Das Gehäuse 38 des E-Motors 37 ist an seinem einen Ende an einer scheibenförmigen Halterung 39 und an seinem anderen Ende im inneren Zylinder 28 durch eine Vielzahl von Umfangs-Ansätzen 40 in der Weise gehalten, daß Schwingungen beseitigt, Längsbewegungen im Innenzylinder 28 jedoch möglich sind. Mittig im Gehäuse 38 befindet sich eine Hohlwelle 41, die an zwei Stellen durch die scheibenförmige Halterung 39 und das Gehäuse 38 festgelegt und in Lagern 42 des Traggliedes und der Gehäuseendplatte 38 aufgenommen ist. An der Innenfläche des Gehäuses 38 ist ein Stator 43 und auf der Antriebswelle 41 ein Rotor 44 gegenüberliegend befestigt.

Ein Paar Tragglieder 45 sind in den beiden Endbereichen des Innen-



zylinders 38 des zylindrischen Innenraumes 36 vorgesehen, die Lager 46 zur Aufnahme einer die Drehwelle 41 durchragenden Antriebswelle aufweisen.

Zwischen der Antriebswelle 47 und der Drehwelle 41 befindet sich ein Schnellganggetriebe 48, das aus zwei Sätzen von Ritzeln und Zahnrädern besteht. Ein Zahnrad 49 ist auf der Drehwelle 41 aufgezogen und kämmt mit einem auf einer Hilfswelle 51 festgelegten Ritzel. Diese Hilfswelle 51 ist in Lagern 52 der Tragglieder 45 aufgenommen und weist ein Zahnrad 53 auf, das mit einem auf der Antriebswelle 47 befestigten Ritzel 54 kämmt.

Eine Ölpumpe 55 ist an dem als Querwand ausgebildeten Tragglied 45 befestigt. Ein auf der Welle der Pumpe 55 aufgezogenes Zahnrad 56 steht mit einem Zahnrad 57 der Welle 41 in Eingriff. Das von der Ölpumpe 55 geförderte Schmieröl gelangt über - nicht dargestellte - Rohrleitungen zu den Lagern, Ritzeln und Zahnrädern des Schnellganggetriebes 48. Der Teil unter dem Schnellganggetriebe 48 und zwischen der Halterung 38 und der Querwand 45 bildet einen Ölsumpf, in den das Schmieröl zurückgeführt wird.

Jeweils unter dem Ölsumpf und am Außenumfang des Motorgehäuses 38 sind Wärmetauscher 58 angeordnet, von dem eine Rohrleitung 59 zum Einspeisen eines Kühlmediums, z. B. Wasser, nach außen geführt ist. An einem Ende der Drehwelle 41 sitzt ein Gebläse.

Ein erster Kompressor 61 ist in der (in der Zeichnung) linken Endöffnung des Innenzylinders 28 des Kühlers 36 angeordnet, dessen Ge-

häuse 62 durch die Endplatte 30 und die Tragwand 45 abgestützt ist. Ein durch das Gehäuse 62 gebildeter Ablaufkanal 63 steht mit dem Ringraum 27 im Zwischenkühler 26 an seinem Außenumfang in Strömungsverbindung. Ein erstes Verdichterrad 64 ist im Gehäuse 62 angeordnet und auf der Antriebswelle 47 festgelegt. Ein Diffusor ist im Abströmkanal 63 am Umfang des Verdichterrades vorgesehen.

Ein zweiter Kompressor 66 ist am rechten Ende des Zwischenkühlers 26 innerhalb der Endplatte 31 vorgesehen, dessen Spiralgehäuse 67 von der Tragwand 45 abgestützt wird. Ein mit dem Spiralgehäuse 67 verbundenes Abströmrohr erstreckt sich durch den Zwischenkühler 26 nach auswärts. Einen Einströmkanal 69 für den zweiten Kompressor 66 bildende Glieder 70 sind zwischen der Einströmseite des Spiralgehäuses 67 und dem Innenzylinder 28 vorgesehen, so daß der Ringraum 27 im hohlen Kühler 26 mit dem zweiten Kompressor 66 kommuniziert. Ein auf der Antriebswelle 47 aufgezogenes Verdichterrad 71 ist ebenso wie ein benachbarter Diffusor im Spiralgehäuse 67 angeordnet.

Die Betriebsweise dieses Turbo-Kompressors ist folgende:

Bei eingeschaltetem E-Motor wird die Rotation der Motorwelle 41 durch das Zahnrad 49, das Ritzel 50, die Hilfswelle 51, das Zahnrad 53 und das Ritzel 54 des Schnellganggetriebes 48 auf die Antriebswelle 47 übertragen, wobei sich die Drehzahl aufgrund des Übersetzungsverhältnisses des Zahnrades 49 und des Ritzels 50 sowie des Zahnrades 53 und des Ritzels 54 erhöht. Die beiden Verdichter- bzw. Schaufelräder 64 und 71 werden mit hoher Geschwindigkeit angetrieben, so daß eine Kompression des Gases eintritt. Die Strömung des durch den Ansaugteil des

Kompressors 41 einströmenden Gases wird durch das Schaufelrad 64 vergrößert und danach strömt dieses Gas durch den Abströmkanal 63 und den Diffusor 65, in welchem die Geschwindigkeitsenergie der Gasströmung in Druckenergie umgesetzt wird, so daß sich der Gasdruck auf einen Zwischenwert erhöht, woraufhin es in den Ringraum 27 des Zwischenkühlers 26 abgefördert wird. Beim Durchströmen dieses Ringraumes 27 entlang der Kühlrohre 32 wird das Gas durch das in den Rohren 32 strömende Wasser gekühlt und gelangt danach durch den Ansaugkanal 69 in das zweite Verdichterrad 71, in dem seine Strömungsgeschwindigkeit weiter gesteigert wird. Die Geschwindigkeitsenergie wird wiederum in Druckenergie umgesetzt, wenn das Gas durch den Diffusor und das Spiralgehäuse strömt, so daß es unter einem hohen Druck durch den Abströmkanal 68 abgefördert wird.

Bei umlaufendem E-Motor wird auch die Ölpumpe 55 durch die Zahnräder 56, 57 angetrieben, die Schmieröl aus dem Sumpf zu den verschiedenen Lagern und Getriebeelementen durch Rohrleitungen fördert. Zur Kühlung des Öls und des E-Motors 37 wird Kühlwasser von außen über das Rohr 59 zum Wärmetauscher 58 geführt. Gleichzeitig wird Kühlluft durch das Gebläse 60 an den Rotor 44 und den Stator 43 des E-Motors 37 und an den Wärmetauscher 58 zur Verbesserung der Kühlwirkung geblasen.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten Turbo-Kompressor mit zwei Verdichterrädern ist das Spiralgehäuse 67 des zweiten Kompressors 66 der Ausführung nach Fig. 2 durch einen Rückströmkanal 73 ersetzt. Bei dieser Ausführung strömt das Gas aus dem zweiten Kompressor in axialer Richtung ab.



Bei der in Fig. 4 dargestellten Kompressorausführung mit zwei Verdichterrädern ist der zweite Kompressor 66 nach Fig. 2 neben dem ersten Kompressor 61 angeordnet und beide Kompressoren 61 und 62 sind an einem Ende des Zwischenkühlers 26 placiert. Durch diese Anordnung, d. h. die Montage der beiden Kompressoren 61, 62 an einem Ende des Kühlers 26, wird ein Kanal 74 gebildet, durch den das auf einen Teildruck vorgespannte Gas aus dem ersten Kompressor 61 zur Außenseite des Zwischenkühlers 26 gelangt. Der Kanal 74 wird durch einen konzentrisch zum Innenzylinder 28 des Zwischenkühlers 26 angeordneten Zylinder 75 begrenzt.

Bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführung mit zwei Verdichterrädern ist ein mit dem Zwischenkühler 26 integriert ausgeführter Nachkühler 76 vorgesehen. Die Ölpumpe 55 und ihr Wärmetauscher 58 sind nicht dargestellt. Ferner kann das Schnellganggetriebe 48 - falls erforderlich - weggelassen werden.

Die Fig. 6 bis 9 dienen dem besseren Verständnis der Ausführung nach Fig. 5. Ein Ringraum im ringförmigen Kühler, in dem der Zwischenkühler mit dem Nachkühler integriert ist, wird entlang seines Umfangs durch sechs Trennwände AA, BB, CC, DD, EE und FF in sechs Abteilungen unterteilt, die sich jeweils in radialer Richtung erstrecken. U-förmige Rohre 32 sind in den jeweiligen Abteilungen ABBA, BCCB, CDDC, DEED, EFFE und FAAF längs angeordnet und in der Endplatte 30 durch Aufweitung festgelegt, wobei ihr eines <sup>E</sup>nde mit dem Einström-Kopfstück 33 und ihr anderes Ende mit dem Abström-Kopfstück 34 verbunden sind. Die Abteilungen ABBA, CDDC, EFFE dienen als Zwischenkühler 26 und die Abteilungen BCCB, DEED, FAAF als Nachkühler 76.



In den drei den Zwischenkühler 26 in dem Zylinder 28 bildenden Abteilungen sind Einströmöffnungen 77 zum Einleiten des Gases aus dem ersten Kompressor 61 in den Zwischenkühler 26 sowie Ausströmöffnungen 78 zum Abführen des Gases aus dem Zwischenkühler 26 zum zweiten Kompressor 66 vorgesehen. Ferner sind Einströmöffnungen 79 in den drei Abteilungen des Nachkühlers 76 angeordnet, durch die Gas aus dem zweiten Kompressor 66 in den Kühler 76 gelangt.

Fig. 10 zeigt eine weitere Ausführung eines Turbo-Kompressors mit zwei Verdichterrädern, bei dem das Gas in dem von Kühlwasser umflossenen Kühlleitungen 32 strömt.

In der den Innenzylinder 28 auseinandergezogenen darstellenden Fig. 11 sind die Rohre 32 einer Abteilung besser ersichtlich, wobei die im Ringraum in Längsrichtung angeordneten Rohre 32 an ihren beiden aufgeweiteten Enden an den Rohrplatten 80 und 81 befestigt sind. Ein von der Endplatte 30 und der Rohrplatte 80 begrenzter Ringraum ist in Umfangsrichtung durch sechs Wände  $A_1 A_1$ ,  $B_1 B_1$ ,  $C_1 C_1$ ,  $D_1 D_1$ ,  $E_1 E_1$ ,  $F_1 F_1$  in sechs Abteilungen unterteilt, die sich in radialer Richtung erstrecken. Andererseits ist ein von der Endplatte 31 und der Rohrplatte 81 begrenzter Ringraum in radialer Richtung durch sechs radiale Trennwände  $A_2 A_2$ ,  $B_2 B_2$ ,  $C_2 C_2$ ,  $D_2 D_2$ ,  $E_2 E_2$ ,  $F_2 F_2$  unterteilt. Bei Verwendung als Zwischenkühler sind die Abteilungen  $A_1 B_1 B_1 A_1$  und  $A_2 B_2 B_2 A_2$  durch die Rohre 32, die Abteilungen  $C_1 D_1 D_1 C_1$ ,  $C_2 D_2 D_2 C_2$  durch die Rohre 32 und die Abteilungen  $E_1 F_1 F_1 E_1$  mit  $E_2 F_2 F_2 E_2$  durch die Rohre 32 verbunden.

Bei der Verwendung als Rückkühler sind die Abteilungen  $B_1 C_1 C_1 B_1$

mit  $B_2 C_2 C_2 B_2$  durch die Rohre 32, die Abteilungen  $D_1 E_1 E_1 D_1$  mit  $D_2 E_2 E_2 D_2$  durch die Rohre 32 und die Abteilungen  $F_1 A_1 A_1 F_1$  mit  $F_2 A_2 A_2 F_2$  durch Rohre 32 verbunden. Bei dieser Anordnung der Abteilungen  $A_1 B_1 B_1 A_1$ ,  $C_1 D_1 D_1 C_1$  und  $E_1 F_1 F_1 E_1$  im Innenzylinder 28 sind Einströmöffnungen 77 für das Gas vorgesehen. In den Abteilungen  $A_2 B_2 B_2 A_2$ ,  $C_2 D_2 D_2 C_2$  und  $E_2 F_2 F_2 E_2$  sind jeweils Einströmöffnungen 78 vorgesehen. Den Abteilungen  $B_2 C_2 C_2 B_2$ ,  $D_2 E_2 E_2 D_2$ ,  $F_2 A_2 A_2 F_2$  sind die Einströmöffnungen 79 zugeordnet.

Bei der in Fig. 12 dargestellten Kompressorausführung ist der Ringraum 27 in zwei Kammern durch einen konzentrisch angeordneten Zwischenzylinder 82 unterteilt und das Wärmetauscherrohr 32 (entsprechend den Rohren 32) in Form einer Spule angeordnet. Fig. 13 zeigt einen Querschnitt der beiden ringförmigen Unterteilungen im einzelnen. Die äußere ringförmige Unterteilung wird als Zwischenkühler 26 zum Kühlen des aus dem ersten Kompressor 61 abströmenden Gases und die innere ringförmige Unterteilung als Rückkühler 76 des aus dem zweiten Kompressor 66 abströmenden Gases verwendet.

Ein Ende des Wärmeaustauschrohres 32 a ist mit einem Kühlwasserzufluß und das andere Rohrende 32 b mit einer Ablaufleitung gekoppelt. Die innere ringförmige Abteilung kann als Zwischenkühler 26 und die äußere als Rückkühler 76 verwendet werden.

Bei der Turbo-Kompressor-Ausführung nach Fig. 14 ist der Ringraum 27 in zwei ringförmige Abteilungen geteilt, und Gas kann die Rohre 32 durchströmen. Im Ringraum 27 sind in seiner Längsrichtung die Rohre 32 angeordnet, deren beide Enden durch Aufweitung in Rohrplatten

80, 81 festgelegt sind. Der zwischen der Endplatte 30 und der Rohrplatte 80 gebildete Ringraum ist durch einen Zwischenzylinder 82 in zwei Räume 84, 85 unterteilt, dessen eines Ende in der Rohrplatte 80 ebenso wie in der diese fortsetzenden Trennwand 82 gehalten ist und der konzentrisch zu den Innen- und Außenzylindern 28 bzw. 29 angeordnet ist. Der Ringraum zwischen der Endplatte 31 und der Rohrplatte 81 ist in gleicher Weise ausgebildet. Der Raum 84 und die mit ihm verbundenen Rohre 82 bilden den Zwischenkühler 26 und der Raum 85 mit den Rohren 82 den Rückkühler 76.

Ein Sammelraum 86 ist mit dem Ausgang des Raumes 85 verbunden. Bei dieser Ausführung kann der Raum 84 zusammen mit den Verbindungsrohren als Zwischenkühler 26 und der Raum 85 mit seinen Verbindungsrohren als Rückkühler 76 verwendet werden.

Fig. 15 zeigt eine weitere Ausführung eines Turbo-Kompressors mit drei Verdichterrädern, von denen zwei an einem Ende und ein einziges Gebläserad am anderen Ende eines Kühlers 26 angeordnet sind. Das dritte Gebläserad 87 ist neben dem ersten Gebläserad 64 der Ausführung nach Fig. 2 vorgesehen, das ebenfalls auf der Antriebswelle 47 befestigt ist. Das Spiralgehäuse 67 des zweiten Kompressors 66 und das Abströmrohr 68 sind durch einen Abströmkanal 88 ersetzt. An der Abströmseite des dritten Verdichterrades 87 schließen sich kontinuierlich ein Diffusor 89, eine Schnecke 90 und ein Abströmrohr 91 an. Diese Komponenten sind von gleicher Ausbildung wie die des Kompressors nach Fig. 2.

Ein Zwischenkühler kann bei dieser Ausführung eingesetzt werden,



der entsprechend denen nach Fig. 5 bis 9 ausgebildet sein kann. Das den Nachkühler durchströmende Gas gelangt in das dritte Gebläserad 87, wobei der Nachkühler nach den Ausführungen gemäß Fig. 5 bis 9 bei dieser Ausführung als Zwischenkühler verwendet und darüber hinaus kein weiterer Nachkühler eingesetzt wird.

Fig. 16 zeigt einen Turbo-Kompressor mit drei Verdichterrädern, bei dem das dritte Verdichterrad 87 neben dem zweiten Verdichterrad 71 der Ausführung nach Fig. 4 angeordnet ist. Die drei Gebläseräder sind nebeneinander vorgesehen.

Fig. 17 und 18 zeigen den Zwischenkühler der Ausführung nach Fig. 16, wobei Fig. 17 ein Querschnitt längs der Schnittlinie XVII-XVII und Fig. 18 eine auseinandergezogene bzw. abgewickelte Darstellung des Innenzylinders 28 sind.

Im Ringraum 27 sind sechs radiale Trennwände AA, BB, CC, DD, EE, FF vorgesehen, die ihn in Umfangsrichtung in sechs Abteilungen unterteilen. In jeder Abteilung befinden sich Strömungs-Leitplatten GG, HH, II, JJ, KK, LL. Die durch diese Leitplatten gebildeten Einzelkammern sind an ihren beiden Enden miteinander verbunden. Drei Abteile ABBA, CDDC, EFFE dienen als Zwischenkühler des den zweiten Verdichterraum 71 zugeführten Gases, während in den anderen drei Abteilen BCCB, DEED und FAAF das aus dem zweiten Verdichterrad 71 abströmende Gas gekühlt und danach dem dritten Verdichterrad 87 zugeführt wird. Im Innenzylinder 28 sind Einströmöffnungen 77 vorgesehen, durch welche das Gas aus dem ersten Verdichterrad 64 in die drei Abteilungen des Zwischenkühlers strömt, welches über Abströmöffnungen 78 zum zweiten Ver-



dichterrad 71 strömt. Durch weitere Einströmöffnungen 79 gelangt das Gas aus dem zweiten Verdichterrad 71 in drei Abteilungen des Zwischenkühlers und über Abströmöffnungen 99 aus diesen Abteilungen in das dritte Verdichterrad 87.

Fig. 19 zeigt eine Kompressorausführung mit vier Verdichterrädern, von denen jeweils zwei Verdichterräder an jedem Ende angeordnet sind. Das vierte Verdichterrad 92 ist neben dem zweiten Verdichterrad 71 angeordnet und auf der Antriebswelle 47 befestigt. Fig. 20 zeigt einen Querschnitt längs der Linie XX-XX in Fig. 19. In dem durch den Innenzylinder 28, den Außenzylinder 29 und die Endplatten 30, 31 gebildeten Ringraum sind zwölf radiale Trennwände AA, BB, CC, DD, EE, FF, MM, NN, OO, PP, QQ und RR vorgesehen, die den Ringraum in Umfangsrichtung in zwölf Abteile unterteilen. Jedes Abteil wird durch Rohre 32 längs durchragt. Die Abteile ABBA, EFFE, OPPO dienen als erster Zwischenkühler, in dem das zum zweiten Gebläserad 71 strömende Gas gekühlt wird und die Abteile BCCB, FmFm und PQQP als weiterer Zwischenkühler zum Kühlen des vom zweiten Verdichterrad 71 zum dritten Verdichterrad 87 strömenden Gases. Ein durch die Abteile CDDC, MNMN, QRRQ gebildeter dritter Zwischenkühler kühlt das aus dem dritten Verdichterrad 87 in das vierte Verdichterrad 92 strömende Gas. Die Abteile DEED, NOON, RAAR dienen als Nachkühler des aus dem vierten Verdichterrad 92 abströmenden Gases.

Im Zylinder 28 sind Einströmöffnungen 77 vorgesehen, durch welche das aus dem ersten Verdichterrad 64 abströmende Gas in die drei den ersten Zwischenkühler bildenden Abteile gelangt, sowie Abströmöffnungen 78, durch welche das Gas aus diesen Abteilen zum zweiten

Verdichterrad 71 strömt. Aus diesem zweiten Verdichterrad 71 gelangt das Gas über weitere Einströmöffnungen 79 zu den anderen drei, den zweiten Zwischenkühler bildenden Abteilen und verläßt diese durch Abströmöffnungen 99, durch welches es zum dritten Verdichterrad 87 gelangt. Weitere Einströmöffnungen 100 dienen zum Einströmen des zwischen-komprimierten Gases aus dem dritten Gebläserad 87 in die den dritten Zwischenkühler bildenden Abteile und Abströmöffnungen 101 zum Zuführen der Gasströmung zum vierten Gebläserad 92. Durch weitere Einströmöffnungen 102 wird das Gas vom Verdichterrad 92 zu den restlichen drei Abteilen des Endkühlers gefördert.

Fig. 21 zeigt eine Ausführung eines Turbo-Kühlgerätes, bei dem eine Expansionsturbine 23 statt des zweiten Kompressors 66 gemäß Fig. 2 verwendet wird. Diese Expansionsturbine 93 besteht aus einer Düsenschaufel 94, einem Turbinenrad 95 und einer Abströmleitung 96. Ein durch einen E-Motor angetriebener Kompressor erzeugt ein hochgespanntes Gas, welches zur Senkung seiner Temperatur in einem Kühler gekühlt und danach in der Expansionsturbine zum Erhalt eines Kalt-Gases entspannt wird. Die durch die Gasentspannung in der Turbine erzeugte Kraft wird zum Antrieb des Kompressors mit ausgenutzt.

Die Antriebswelle 47 wird durch ein Schnellganggetriebe 48 und einen E-Motor 37 in Drehbewegung versetzt, so daß das erste Verdichterrad 64 und das Turbinenrad 95 umlaufen. Die Rotation des ersten Verdichterrades 64 erzeugt eine Saugwirkung und eine Beschleunigung des abströmenden Gases, welches danach zum Umsetzen der Geschwindigkeitsenergie in Druckenergie einem Diffusor 65 zugeführt wird. Das hochgespannte Gas gelangt über einen Abströmkanal 63 in den Zwischen-

kühler 26, in dem es beim Durchströmen der Rohre 32 gekühlt wird. Das so gekühlte Gas strömt durch die Düsenschaufel 94, wird zu einer sehr schnellen Wirbelströmung expandiert und gelangt dann in das Turbinenrad 95, in dem es unter Abgabe von Energie weiter expandiert und durch Temperaturerniedrigung Energie verliert und danach über einen Abströmkanal 96 abgeführt wird. Das auf diese Weise erzeugte Kalt-Gas wird als Kühlmittel verwendet.

Bei dem Kältegerät nach Fig. 22 sind der erste Kompressor 61 und die Expansionsturbine 93 nebeneinander angeordnet, wobei diese Anordnung derjenigen der Fig. 4 entspricht und lediglich der zweite Kompressor 66 durch die Expansionsturbine 93 ersetzt ist.

Fig. 23 zeigt einen Turbo-Generator, bei dem die Anordnung der Einzelaggregate in gleicher Weise wie bei dem Turbo-Kältegerät nach Fig. 21 getroffen worden ist, wobei der Zwischenkühler 26 als ein Heizaggregat 97 ausgebildet und ein Generator 98 anstatt des E-Motors 37 vorgesehen ist. Bei dieser Ausführung dient das Turbinenrad 95 als Antriebselement, und das Schnellganggetriebe wirkt als Untersetzungsmechanismus. Der auch als E-Motor wirkende Generator 98 ist für diese Ausführung gut geeignet. Das Wirkungsprinzip dieses Turbo-Generators ist so, daß ein in einem Kompressor hochgespanntes und in dem Heißgerät auf eine hohe Temperatur gebrachtes Heißgas zur Erzeugung einer Kraft expandiert wird. Da die Turbinen-Ausgangsleistung größer als die zum Antrieb des Kompressors benötigte ist, wird nur ein Teil dieser Turbinenleistung zum Antrieb des Kompressors verbraucht, und die verbleibende Restleistung kann zum Antrieb des Generators sowie als Abgangsleistung herangezogen werden.



Bei der Ausführung nach Fig. 23 wird der Generator 98 zum Start verwendet oder die Antriebswelle 47 wird durch einen anderen E-Motor angetrieben, um das Verdichterrad 64 des ersten Kompressors 61 anzutreiben. Bei einer Erhöhung der Drehzahl wird das so komprimierte Gas zu dem Heizungs-Wärmetauscher 97 gefördert. Ein hochtemperiertes Fluid, z. B. ein hochtemperiertes Kühlgas aus einem Atomreaktor oder ein heißes Abgas aus einer chemischen Anlage strömt in den Heizungs-Wärmetauscher 97 ein und heizt dabei unter Abgabe von Energie das Gas aus dem ersten Kompressor 61 auf. Dieses Gas strömt mit erhöhter Temperatur dem Turbinenrad 95 zu und expandiert unter Leistungsabgabe in diesem. Die Ausgangsleistung des Turbinenrades 95 wird über die Antriebswelle 47 zu dem ersten Verdichterrad 64 sowie zum Getriebe 48 übertragen, während der von dem ersten Verdichterrad 64 nicht aufgebrauchte Leistungsanteil zum Antrieb des Generators 98 als Ausgangsleistung herangezogen wird.

Fig. 24 zeigt eine weitere Ausführung eines Turbo-Generators, bei der der erste Kompressor 61 und die Turbine 93 nebeneinander angeordnet sind. Diese Ausführung entspricht derjenigen nach Fig. 4 mit dem Unterschied, daß statt des zweiten Kompressors 66 eine Turbine 93 und statt des Zwischenkühlers der Heizungs-Wärmetauscher 97 eingesetzt sind, wobei das Schnellganggetriebe als Untersetzungsgetriebe wirkt.

Durch die Erfindung wird ein Turbo-Druckmittelgerät in Form eines kompakten Aggregates durch Einsatz eines Ring-Wärmetauschers oder Kühlers geschaffen, in dessen zylinderförmigem Innenraum ein E-Motor, ein Generator, ein Getriebe, Kompressoren, Turbinen, Schmierölförder-



mittel usw. angeordnet sind. Die Lärmerzeuger, d. i. der E-Motor, der Generator, das Getriebe, die Kompressoren, Turbinen, Ölfördermittel od. dgl. sind durch die Anordnung in dem zylinderförmigen Wärmetauscher eingekapselt, so daß die nach außen gelangenden Geräusche reduziert werden und sich für das Turbo-Aggregat ein insgesamt geringer Geräuschpegel ergibt. Aufgrund der ringförmigen Ausbildung des Wärmetauschers und der Anordnung der weiteren Aggregate in dessen Innenraum ist der Platzbedarf für die Leitungsführung auf einen Minimalwert verringert, so daß das Gerät gegenüber bekannten Einrichtungen gleicher Leistung und Kapazität wesentlich kompakter und von geringerem Gesamtgewicht ausgeführt werden kann.

Ansprüche

1. Turbo-Aggregat, g e k e n n z e i c h n e t durch mindestens einen ringzylindrischen Wärmetauscher (26), in dessen Innenraum (27) ein Fluidförderer mit mindestens zwei Schaufelrädern (64; 66), ein elektrischer Antriebsmotor (37) oder ein von den Schaufelrädern angetriebener Generator und mindestens ein zwischen den Schaufelrädern und dem E-Motor (37) bzw. den Generator eingeschaltete Drehzahl-Wechselgetriebe (48) angeordnet sind.

2. Turbo-Aggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der ringförmige Wärmetauscher (26) ein Kühler und die Schaufelräder (64; 76) Teile von Kompressoren (61, 66) sind.

3. Turbo-Aggregat nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der Verdichterräder (64, 66) an jeweils einem Ende des zylindrischen Ringraumes (27) des Wärmetauschers (26) angeordnet ist.

4. Turbo-Aggregat nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Verdichterräder in den Zylinderraum (27) des Wärmetauschers (26) nebeneinander angeordnet sind.

5. Turbo-Aggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der ringzylindrische Wärmetauscher ein Kühler ist und ein Schaufelrad einem Kompressor und das andere Schaufelrad einer Expansionsmaschine zugeordnet sind.

6. Turbo-Aggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der ringzylindrische Wärmetauscher ein Heizgerät ist.

..

7. Wärmetauscher für ein Turbo-Aggregat, der einen Fluidförderer mit mindestens zwei Schaufelrädern, einen elektrischen Motor oder Generator und zwischen den Schaufelrädern und dem E-Motor oder dem Generator eingeschaltete Übertragungsmittel zur Änderung und Übertragung der Drehzahl enthält, dadurch gekennzeichnet, daß ein innerer Zylinder (28) und ein äußerer Zylinder (29) von unterschiedlichen Durchmessern konzentrisch ineinander angeordnet sind, und an ihren beiden Enden Abdeckplatten (30, 31) aufweisen und daß der dadurch gebildete Ringraum durch Trennwände in eine Vielzahl von Abteilungen unterteilt ist, in denen Wärmeaustauschleitungen (32) angeordnet sind.

8. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringraum des Wärmetauschers in Umfangsrichtung in eine Vielzahl von Abteilungen unterteilt ist.

9. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringraum in radialer Richtung in eine Vielzahl von Abteilen unterteilt ist.

10. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Abteile als Zwischenkühler für das aus dem ersten Schaufelrad zum folgenden Schaufelrad strömende Fluid dienen.

11. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der Abteile einen Zwischenkühler und ein anderer Teil der Abteile einen Endkühler zum Kühlen des auf seine Endstufe verdichtenden Gases bilden.

12. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Abteile ein Heizgerät zur Abgabe von Wärmeenergie an das aus dem ersten Schaufelrad in das folgende Schaufelrad strömende Gas bilden.

13. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Serie von Wärmeübertragungsrohren (32) in jeder der Abteilungen angeordnet sind.

14. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine spulenförmige Wärmeaustauschleitung in jeder der Abteilungen angeordnet ist.

15. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die von einer Kühlflüssigkeit durchflossenen Wärmeaustauschrohre (32) von dem abströmenden Gas eines Schaufelrades angeströmt werden.

16. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die von einer Kühlflüssigkeit umgebenden Wärmeaustauschrohre (32) von dem Gas aus einem Schaufelrad durchströmt sind.

17. Turbo-Aggregat nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch



gekennzeichnet, daß der Fluidförderer ein Turbo-Kompressor und der ringzylindrische Wärmetauscher ein Kühler sind.

18. Turbo-Aggregat nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeaustauschrohre (32) im Wärmetauscher von einer Kühlflüssigkeit durchflossen und von dem Gas aus einem Schaufelrad angeströmt sind.

19. Turbo-Aggregat nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeaustauschrohre (32) von dem Gasstrom eines Schaufelrades durchströmt sind und von außen durch eine Kühlflüssigkeit gekühlt werden.

20. Turbo-Aggregat nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Fluidförderer ein Kälteerzeuger ist.

21. Turbo-Aggregat nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß statt des E-Motors (37) ein Turbo-Generator eingesetzt ist.

25  
Leerseite

FIG. 1

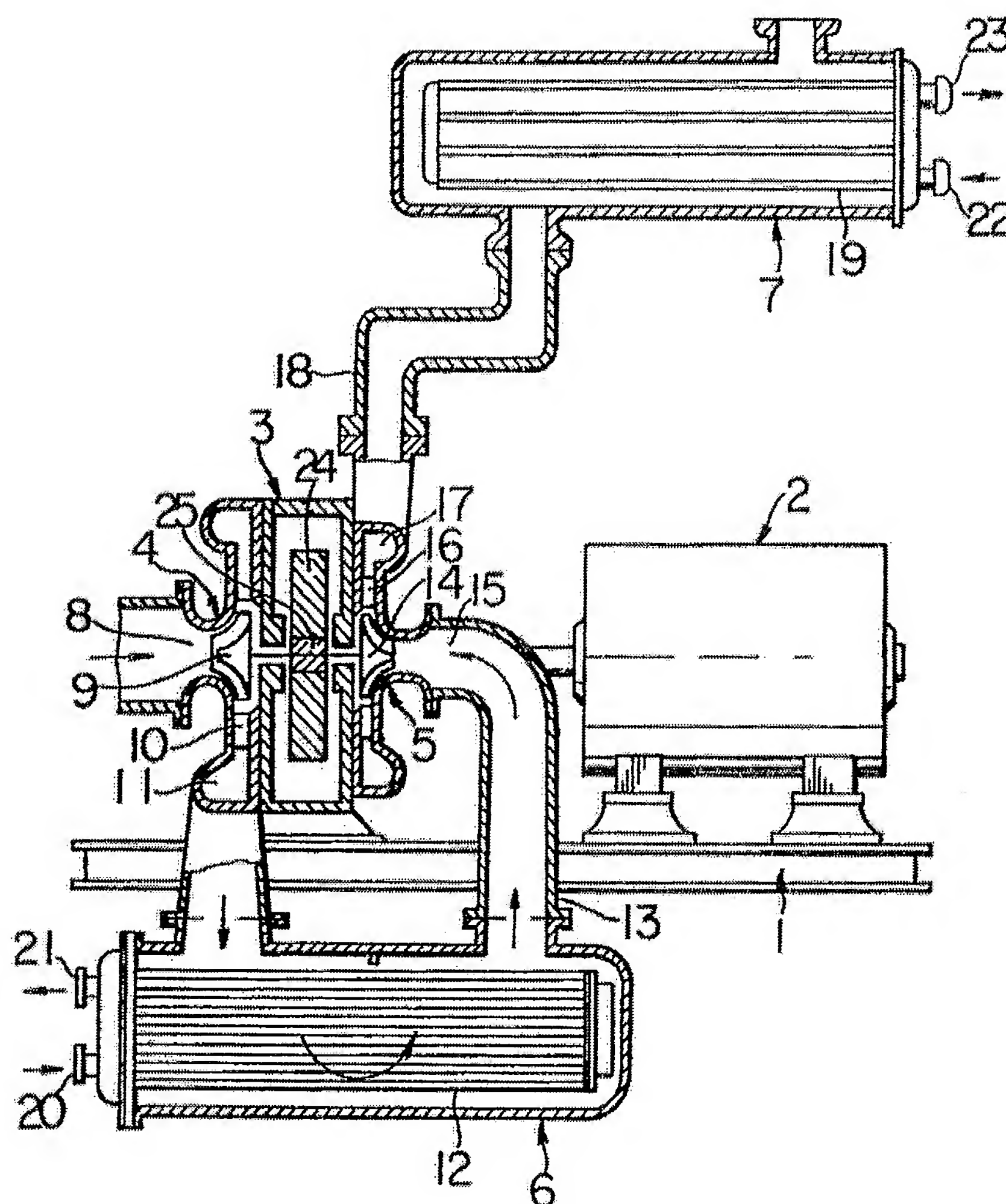




FIG. 2

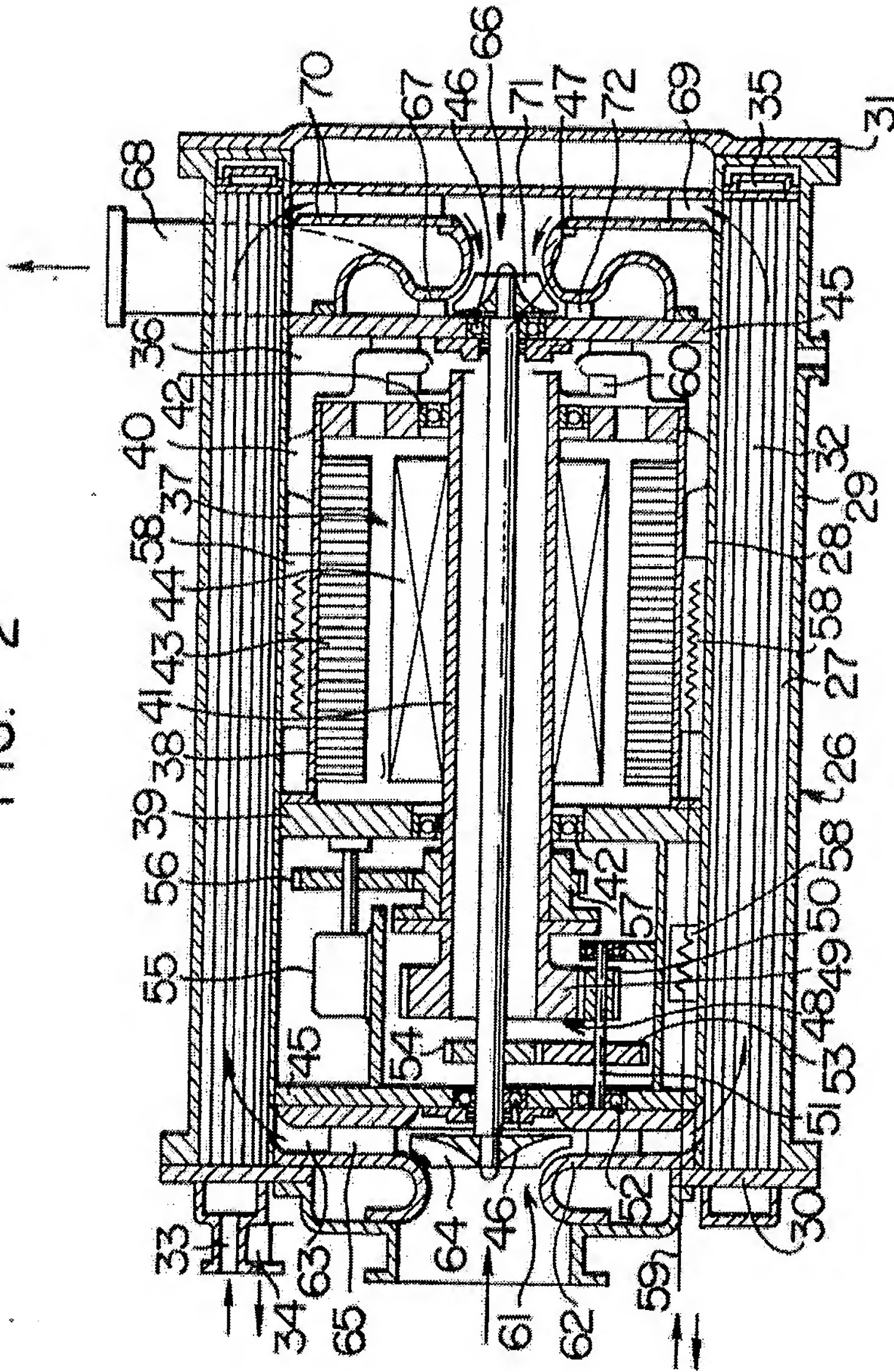
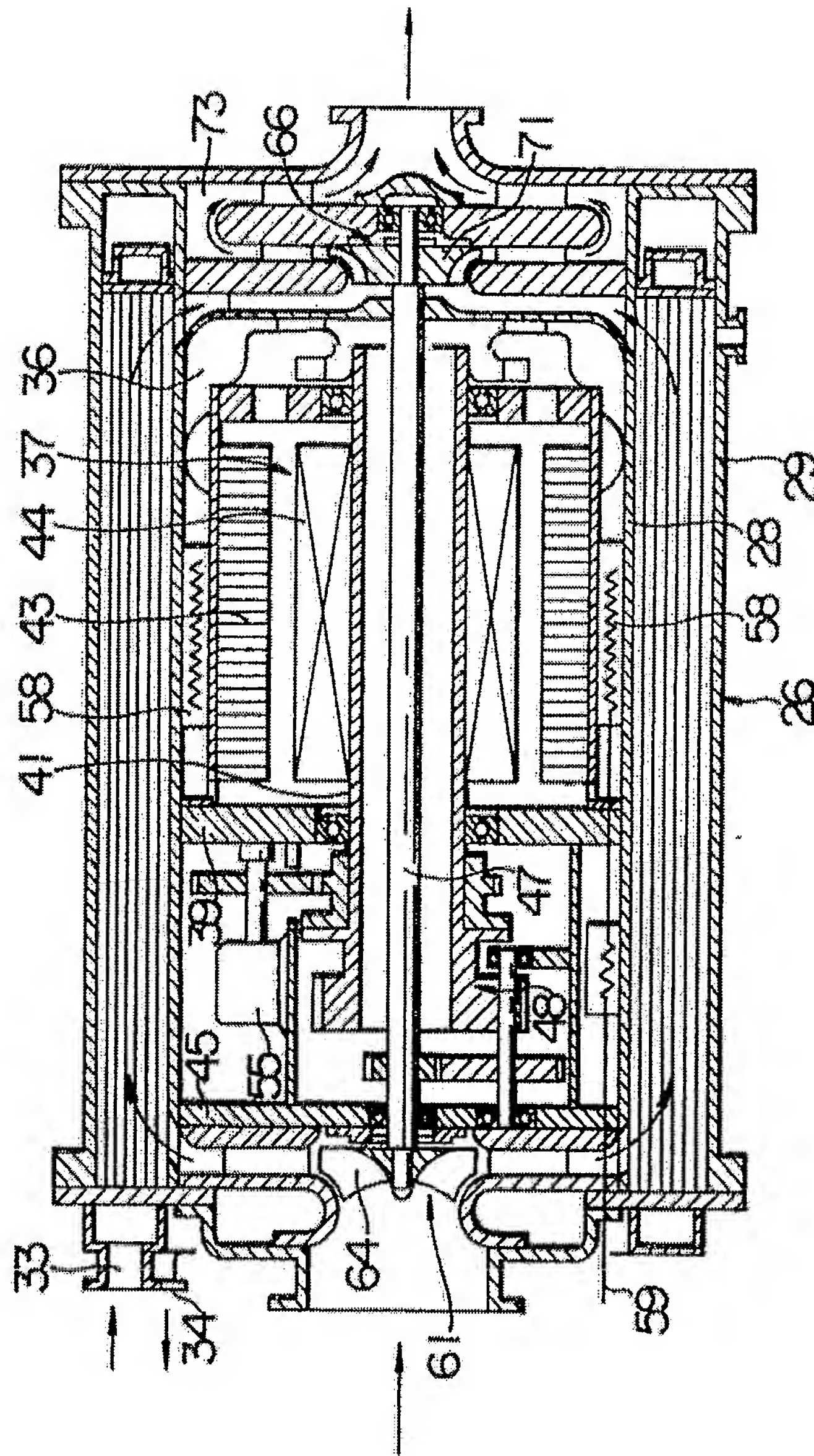


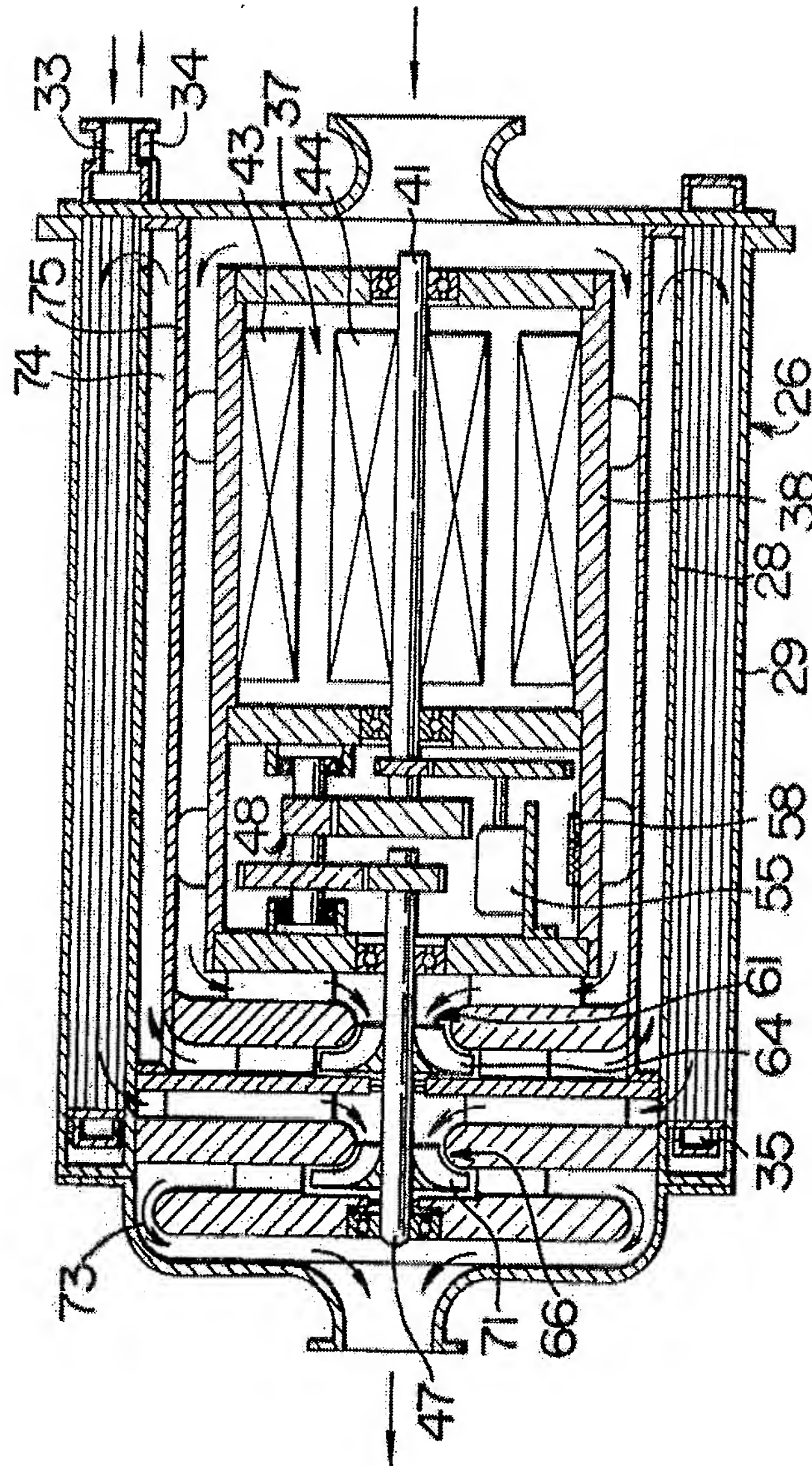
FIG. 3



609814/0918

P 25 41 715.6

FIG. 4

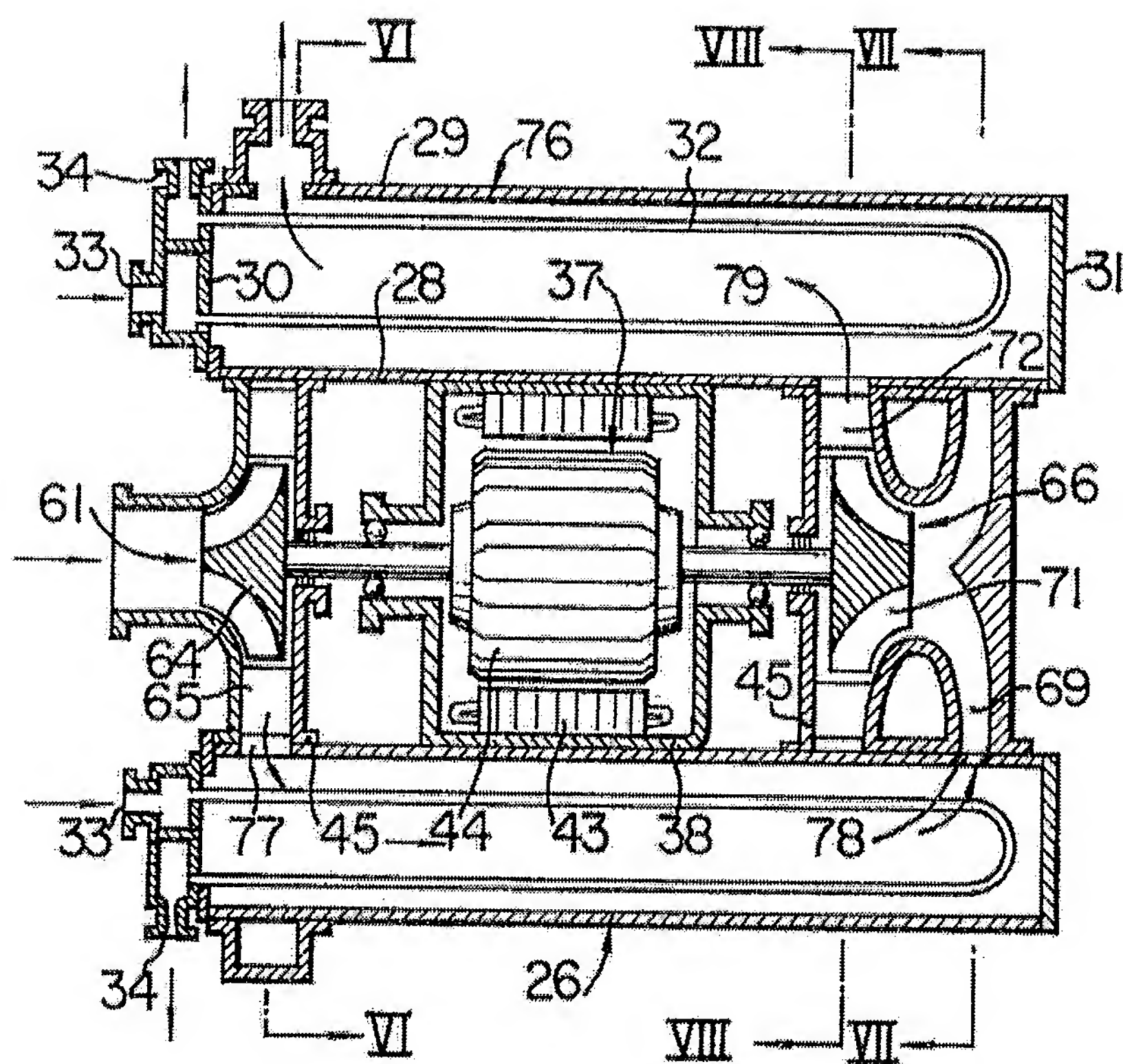


609814/0918

P 25 41 715.6



FIG. 5



609814/0918

P 25 41 715.6

FIG. 6

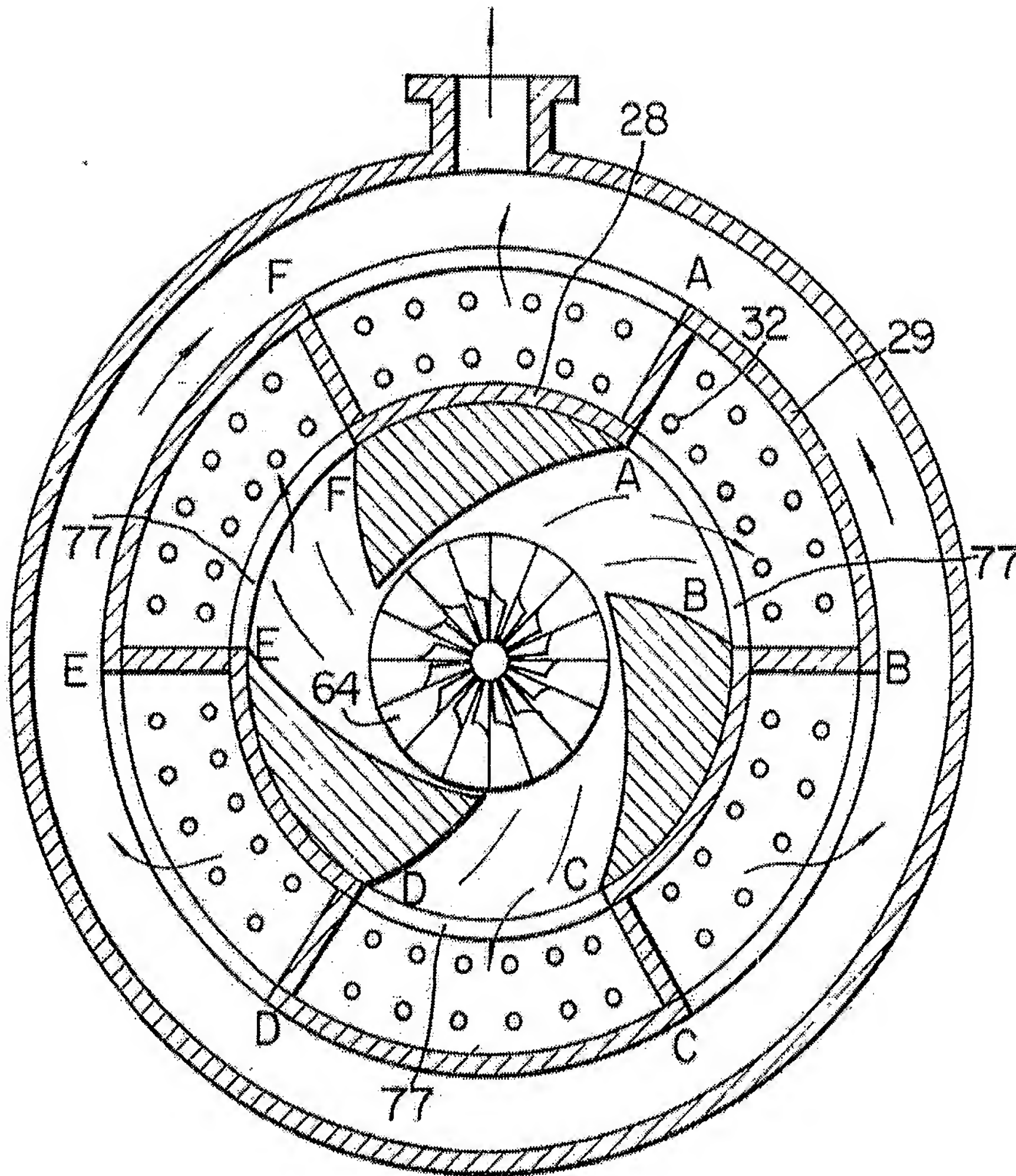
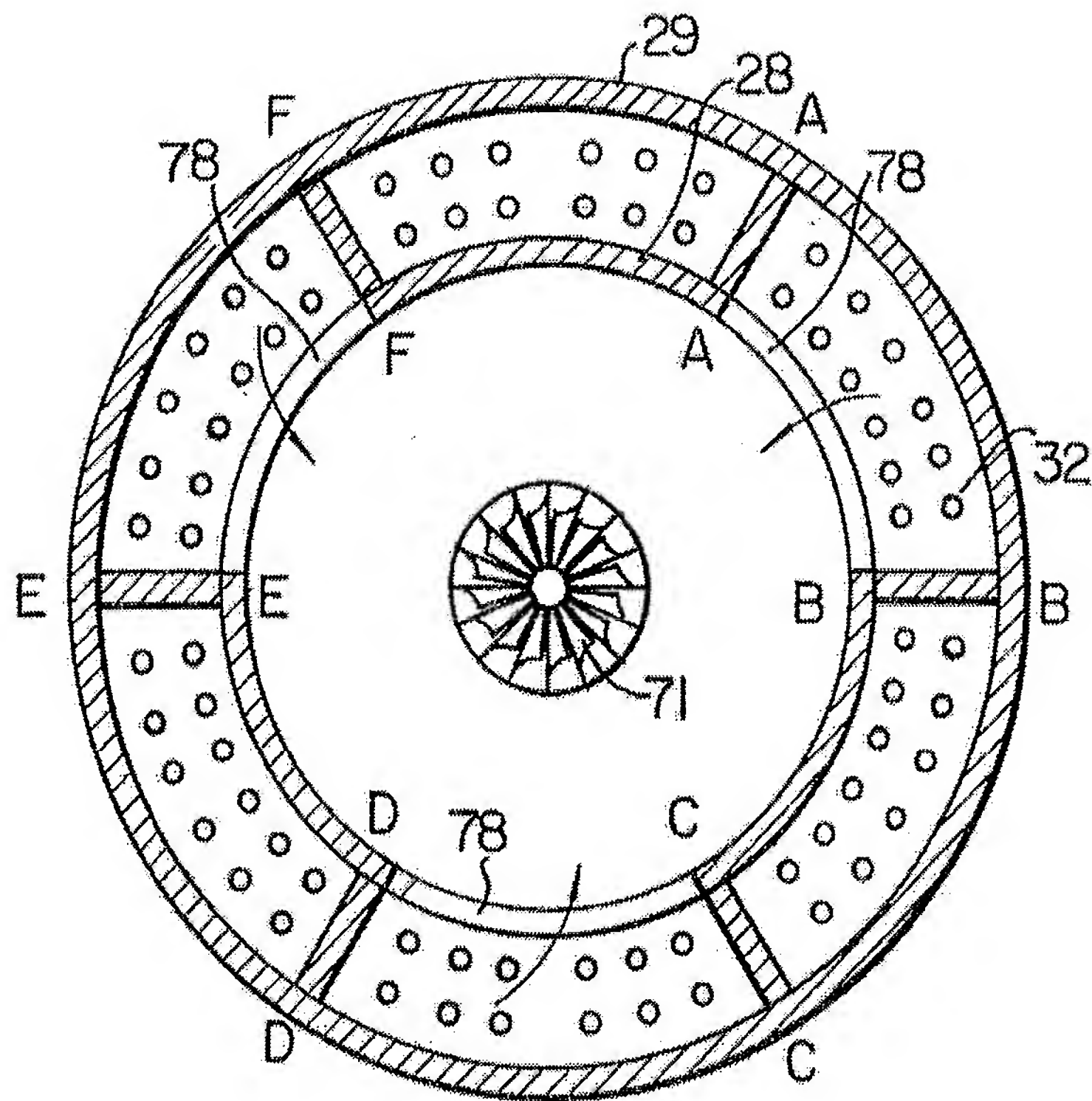


FIG. 7

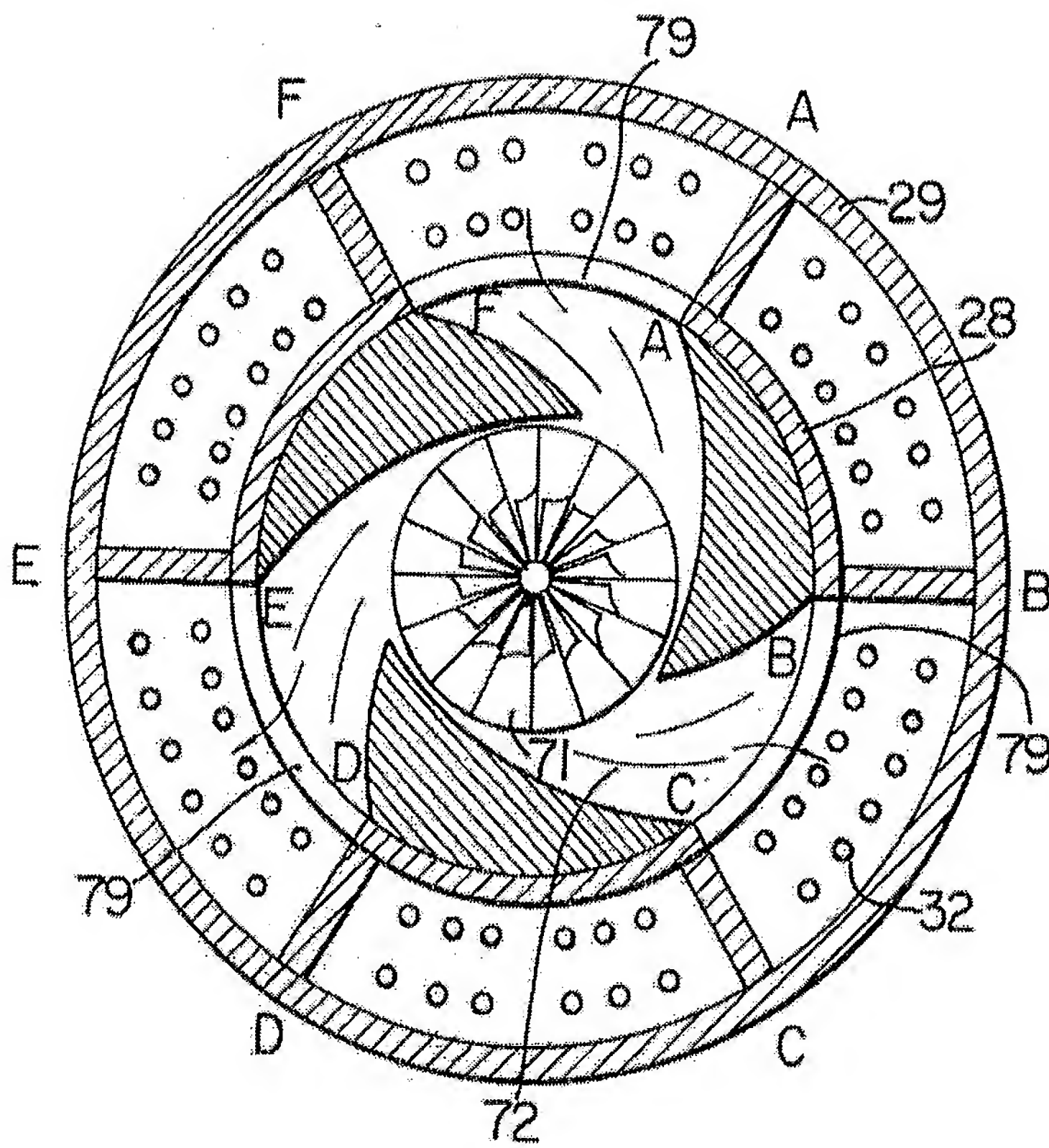


608814/0918

P 25 41 715.6



FIG. 8



ORIGINAL INSPECTED

609814/0918

P 25 41 715.6

FIG. 9

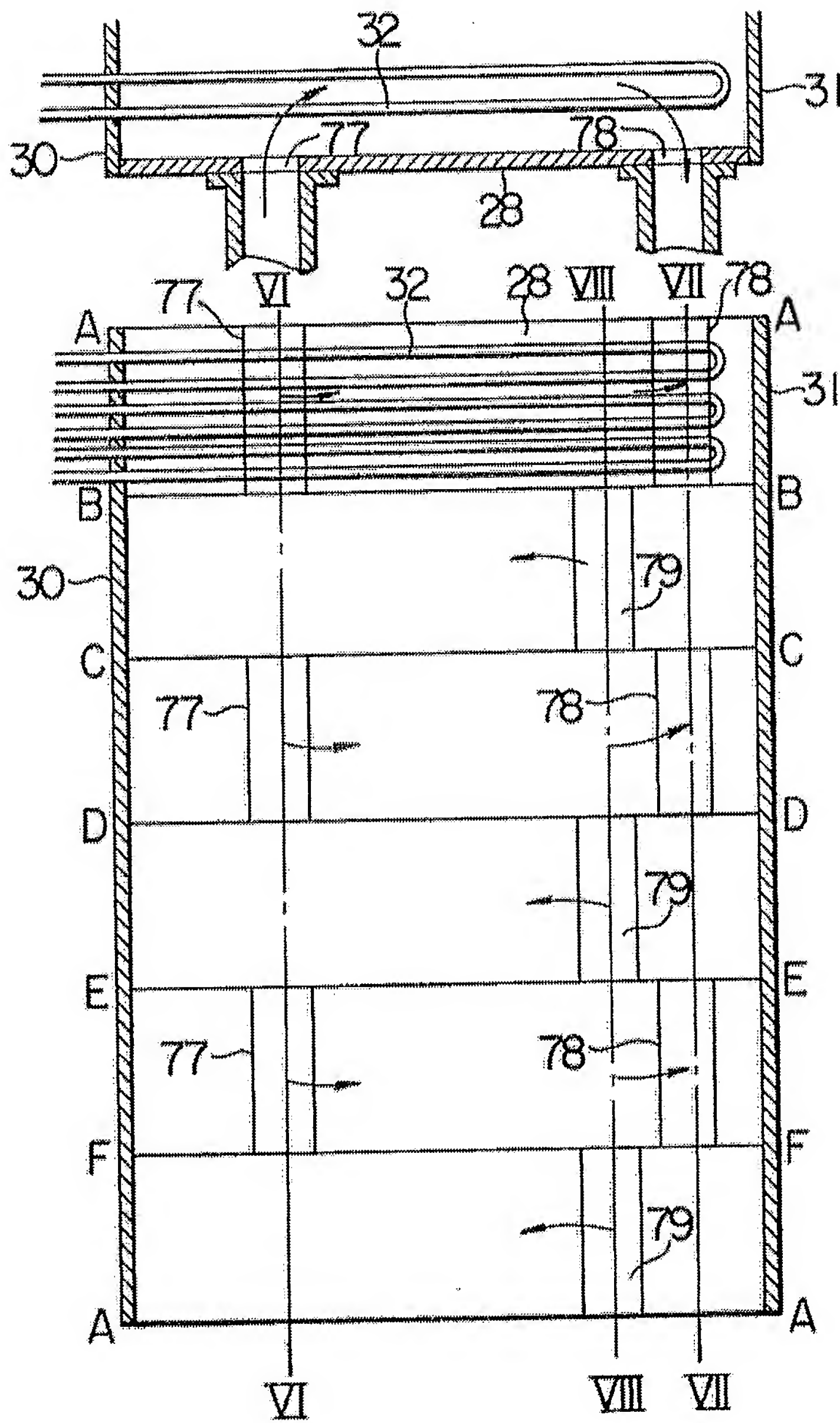
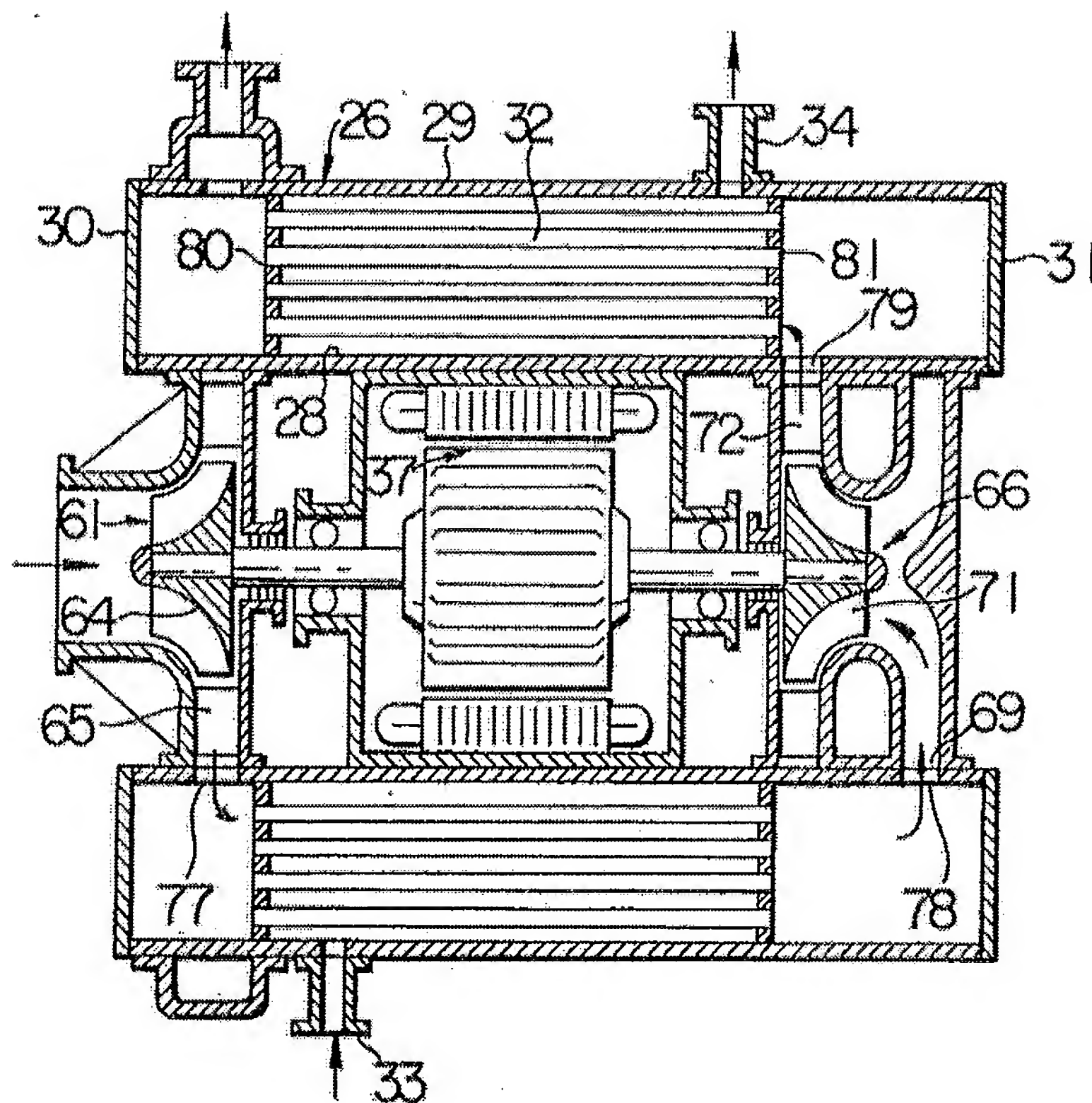


FIG. 10





609814/0918

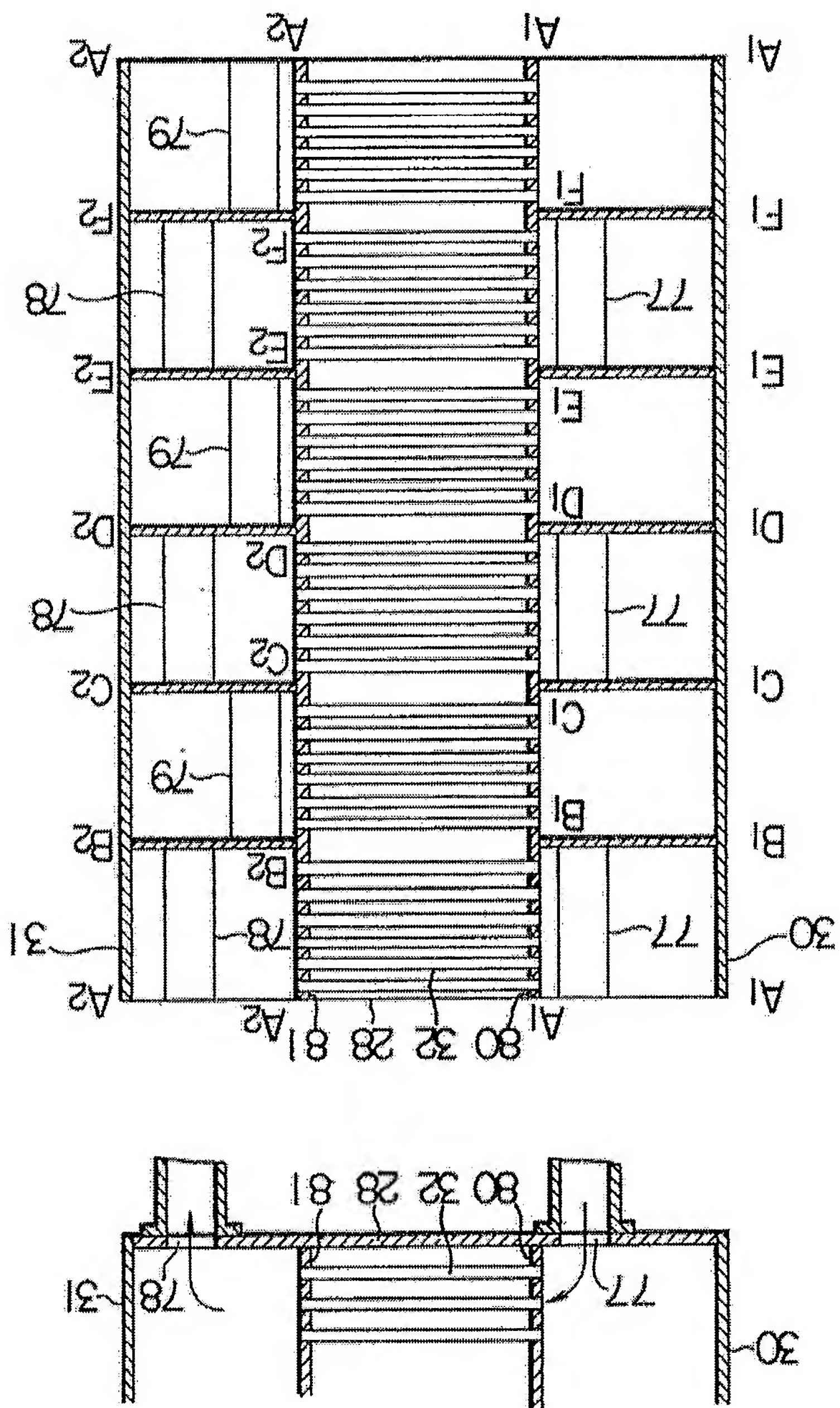


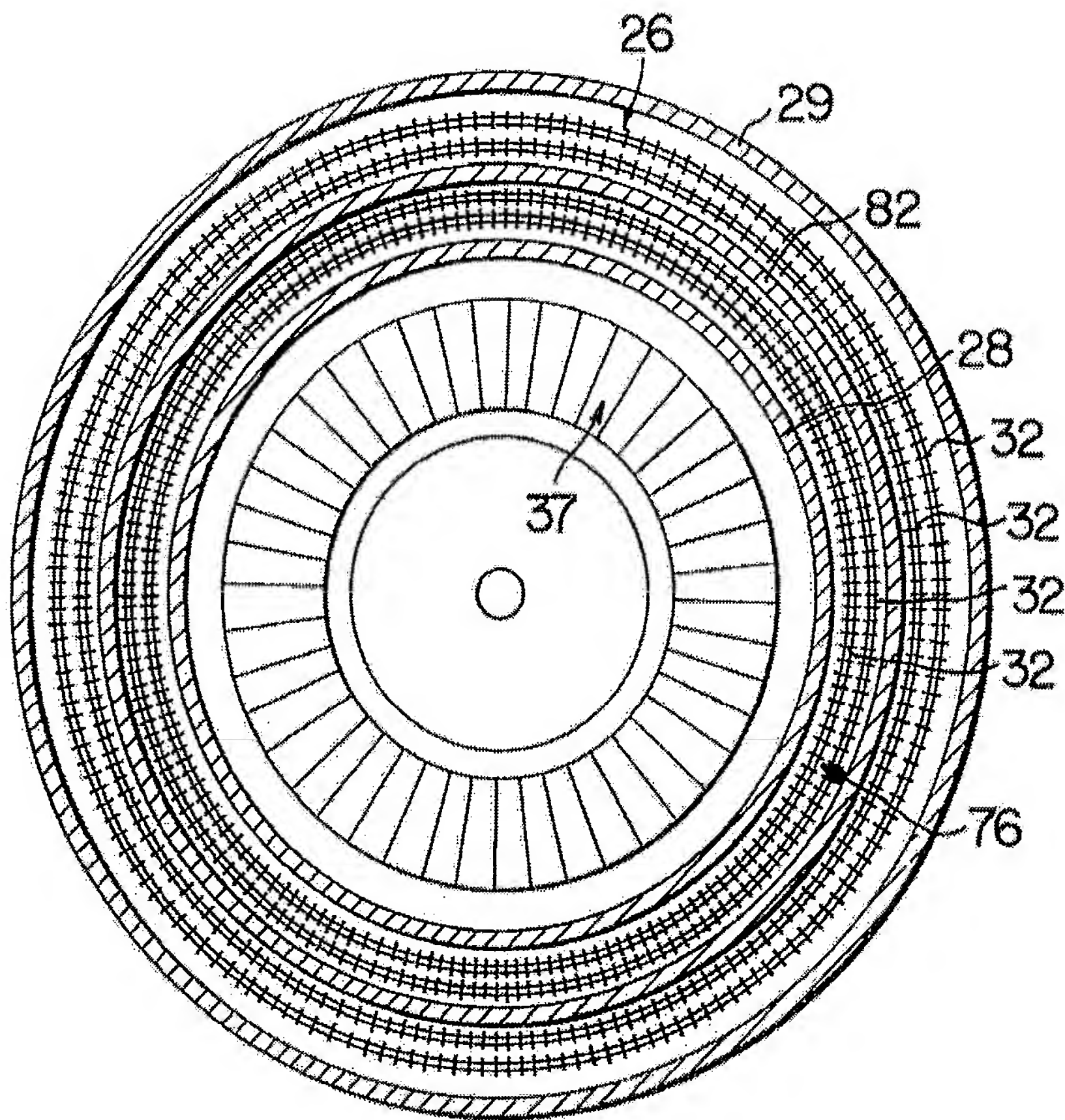
FIG. 11



37

2541715

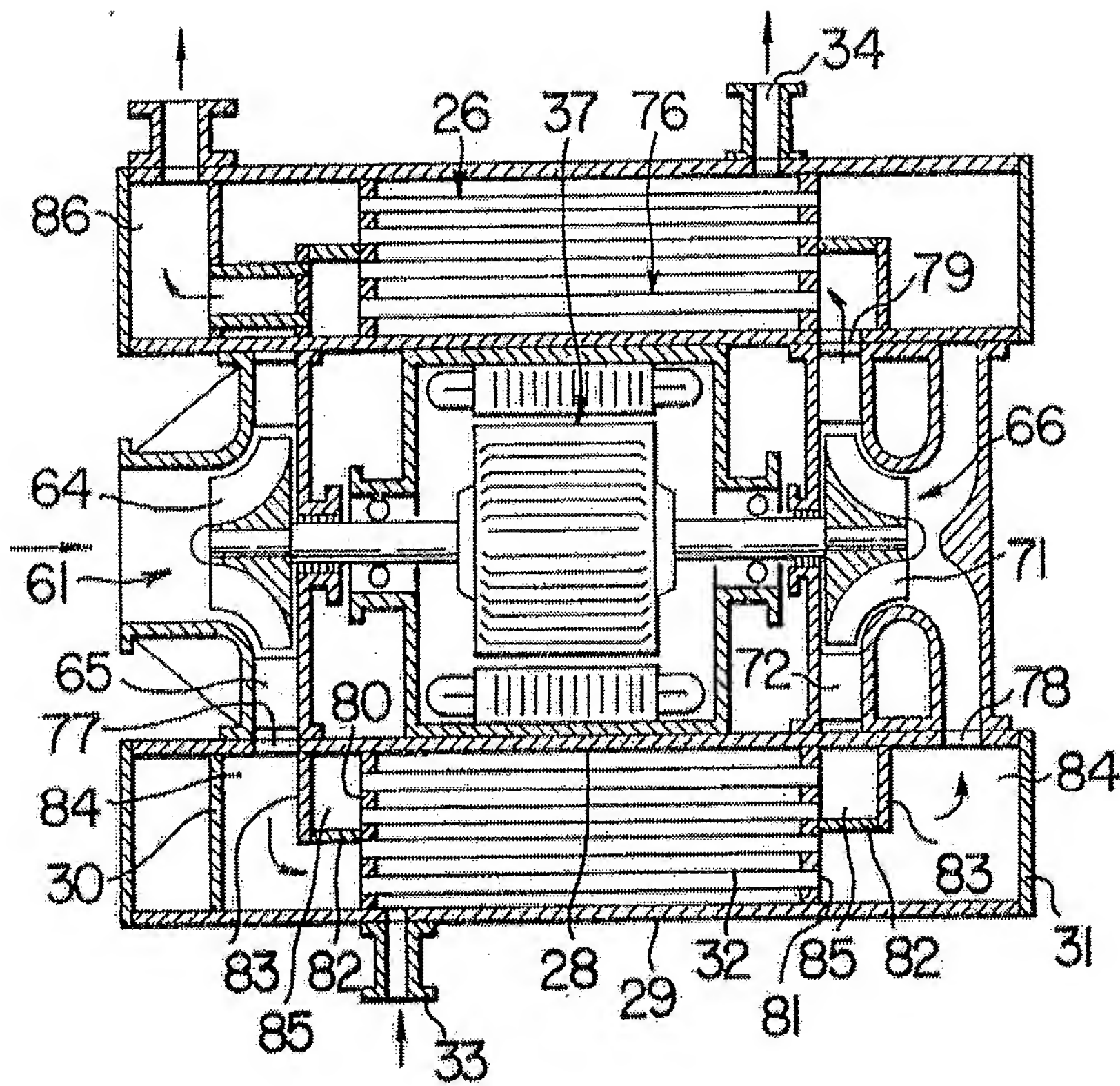
FIG. 13



609814/0918

P 25 41 715.6

FIG. 14



609814/0918

P 25 41 715.6



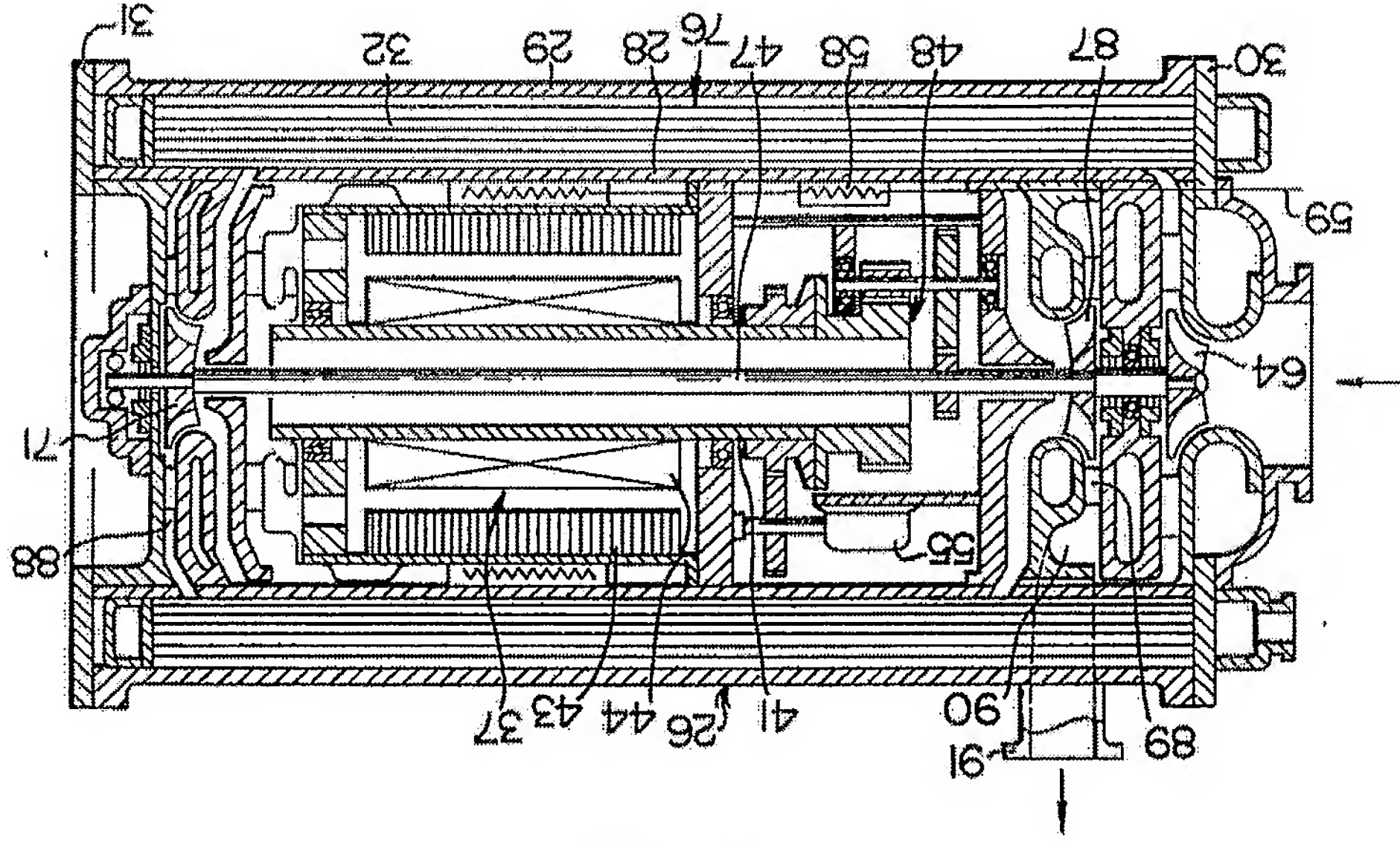
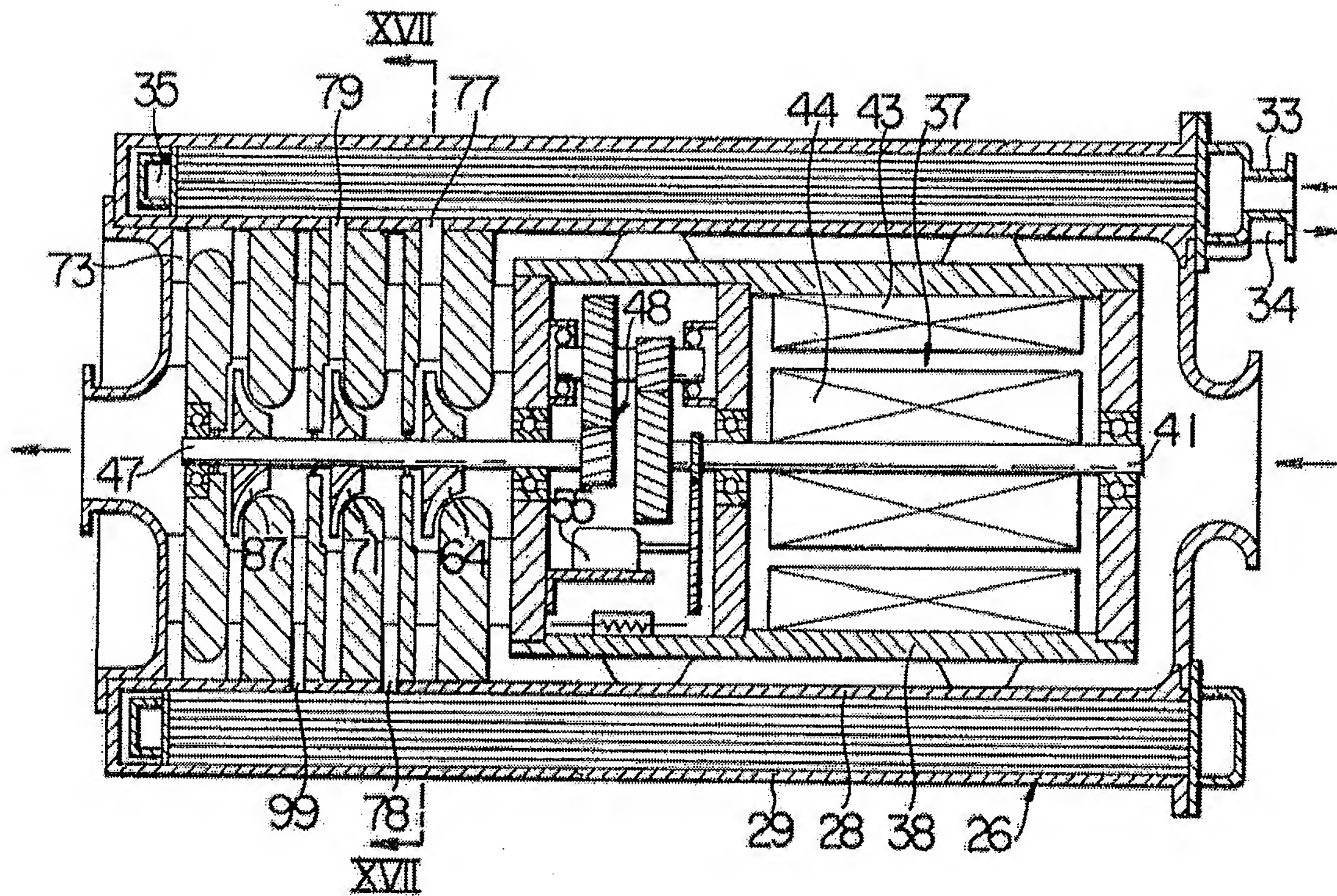


FIG. 15

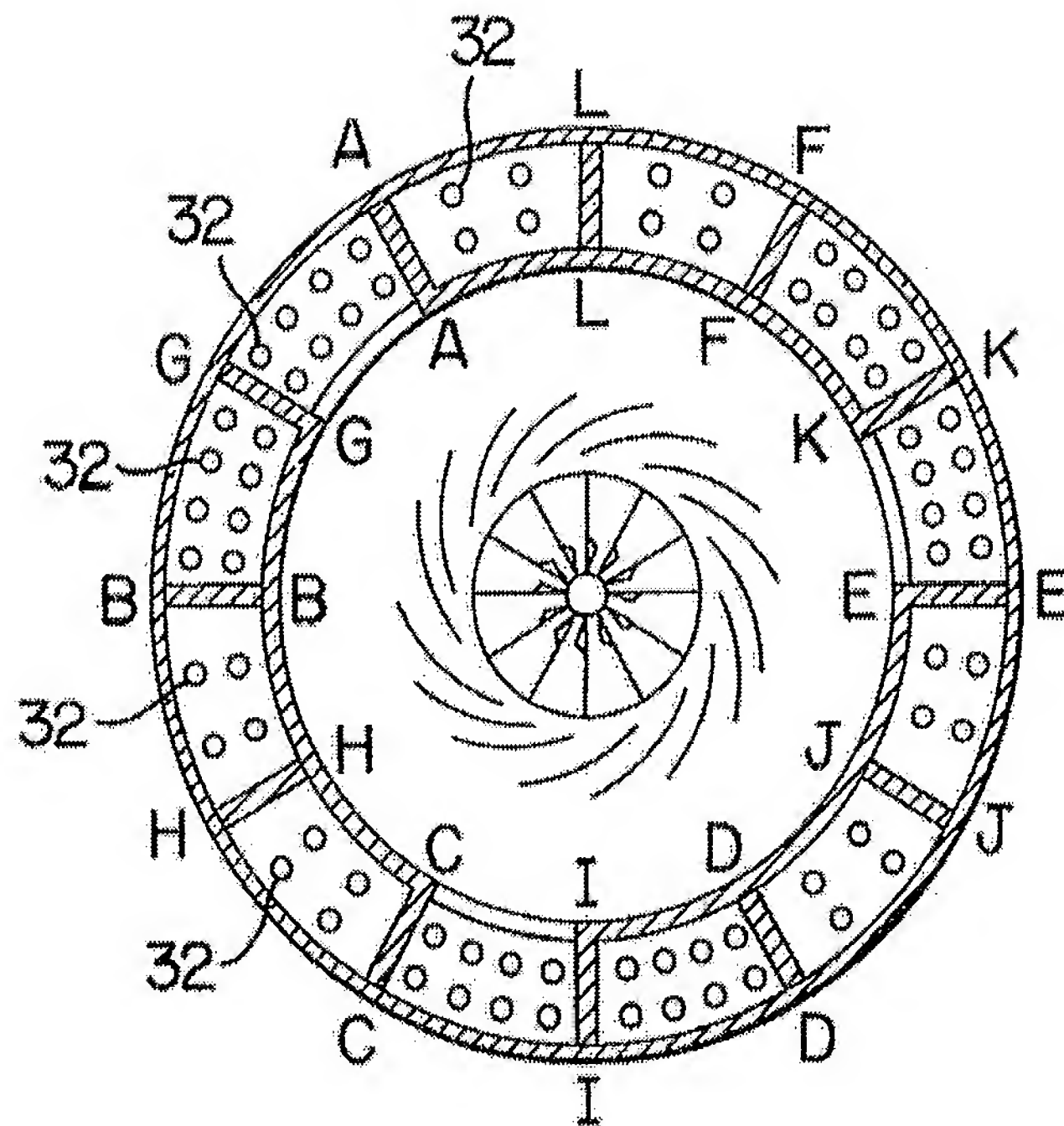
FIG. 16



609814/0918

P 25 41 745.6

FIG. 17



609814/0918

FIG. 18

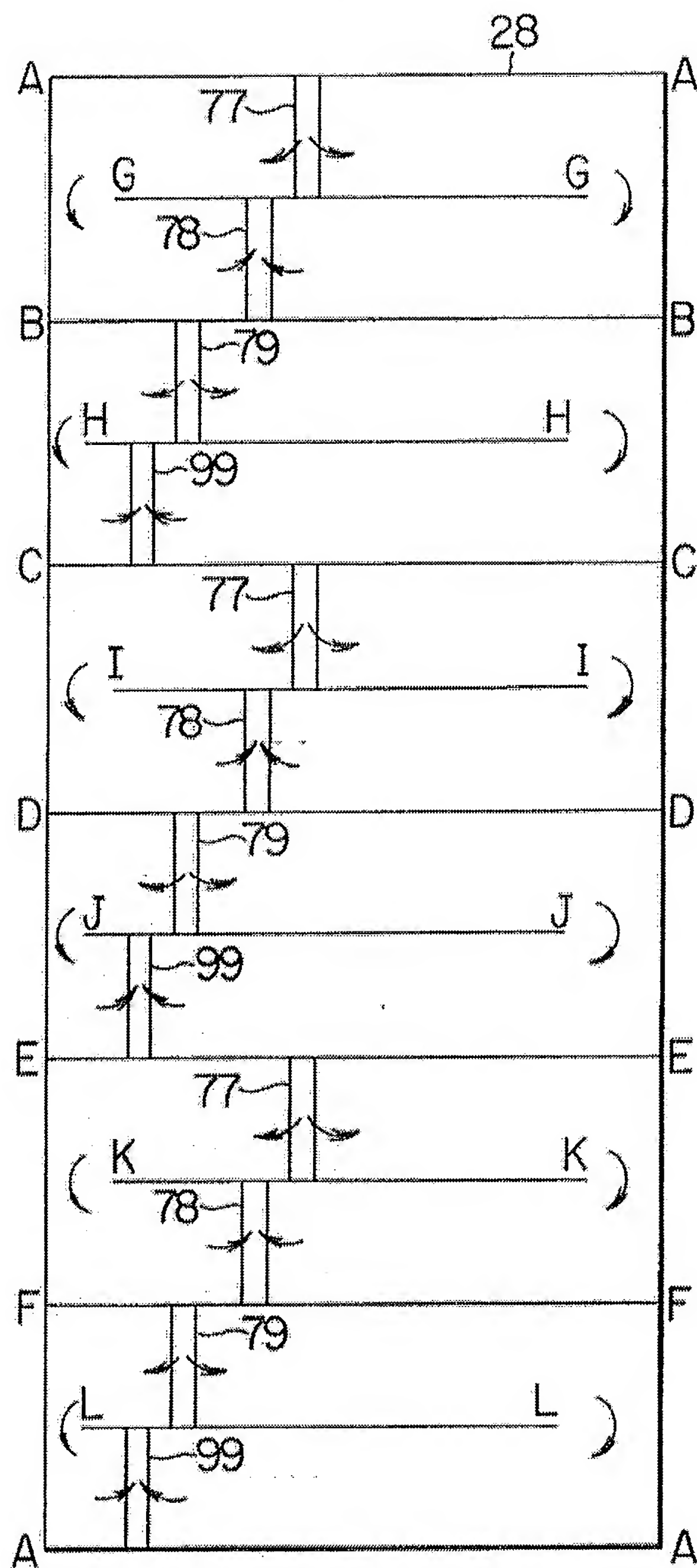
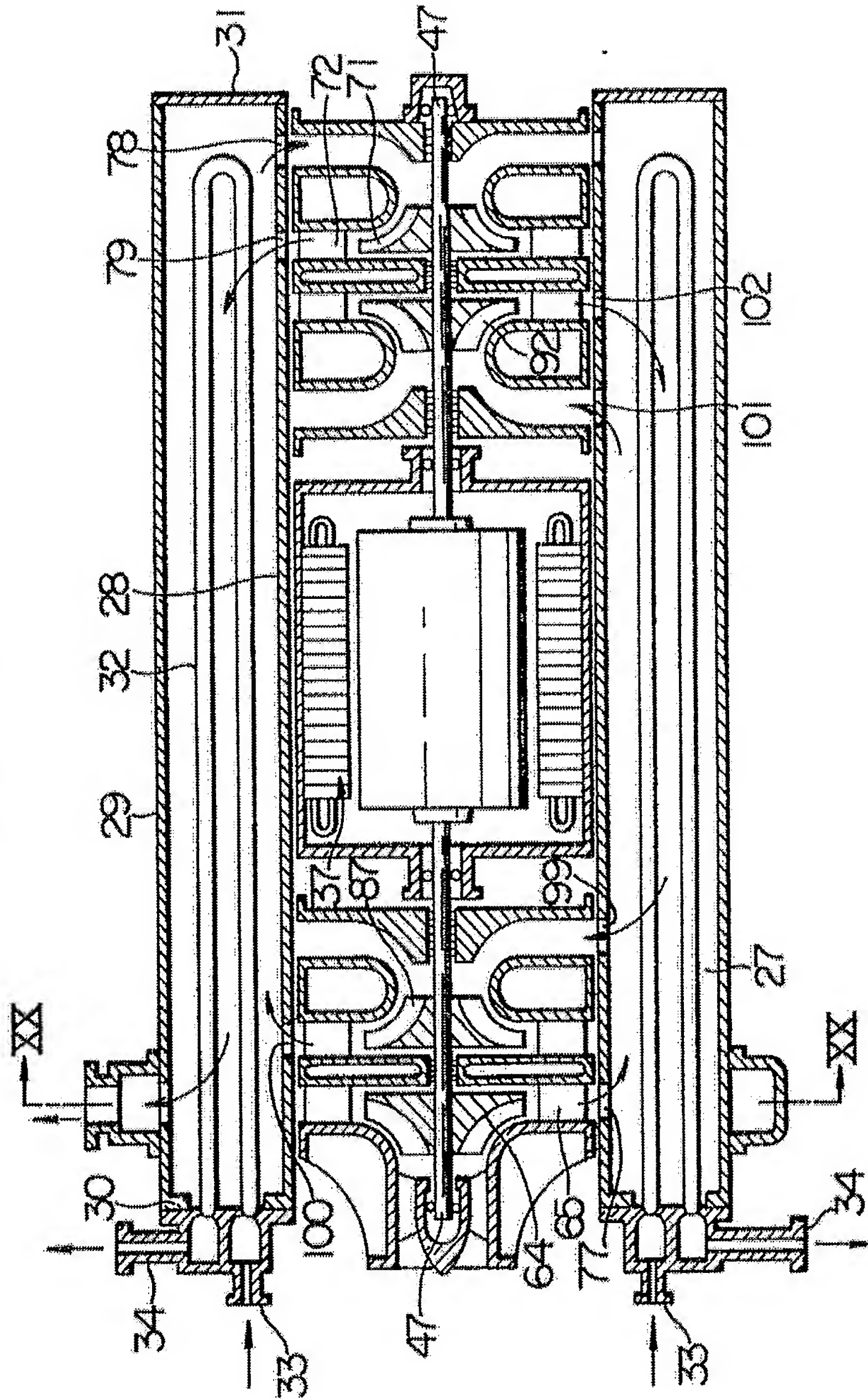


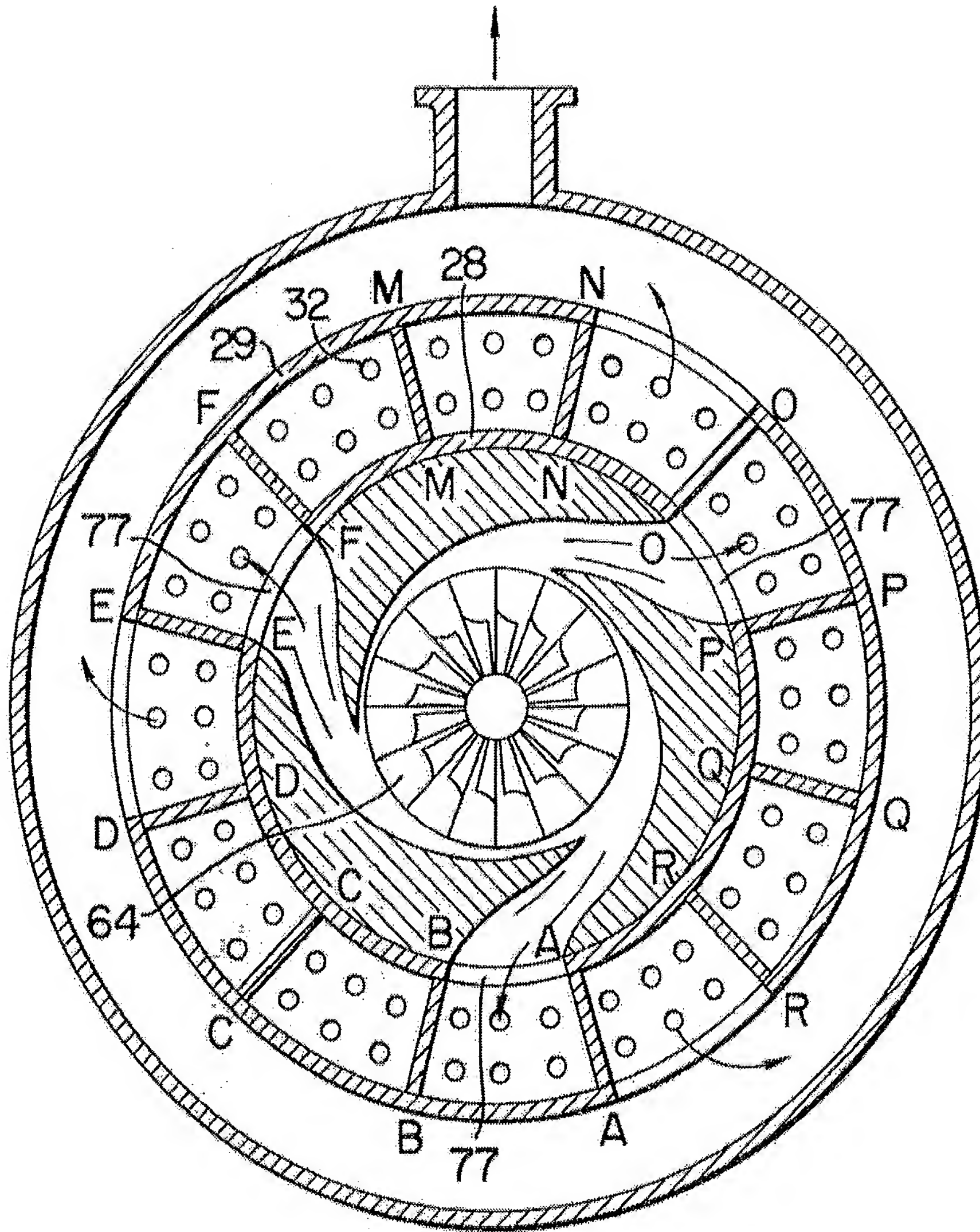


FIG. 19



609814/0918

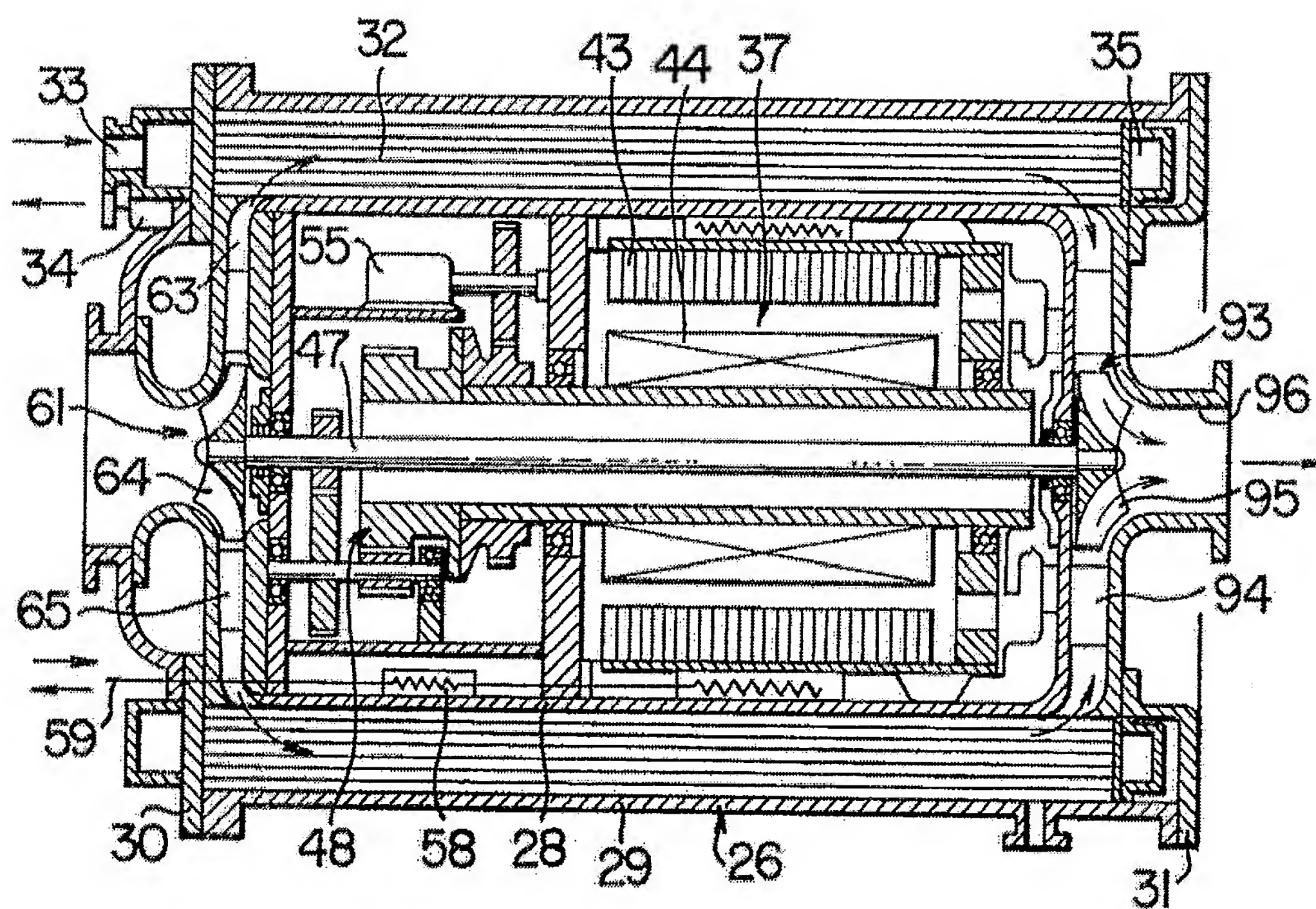
FIG. 20



609814/0918

P 25 41 715.6

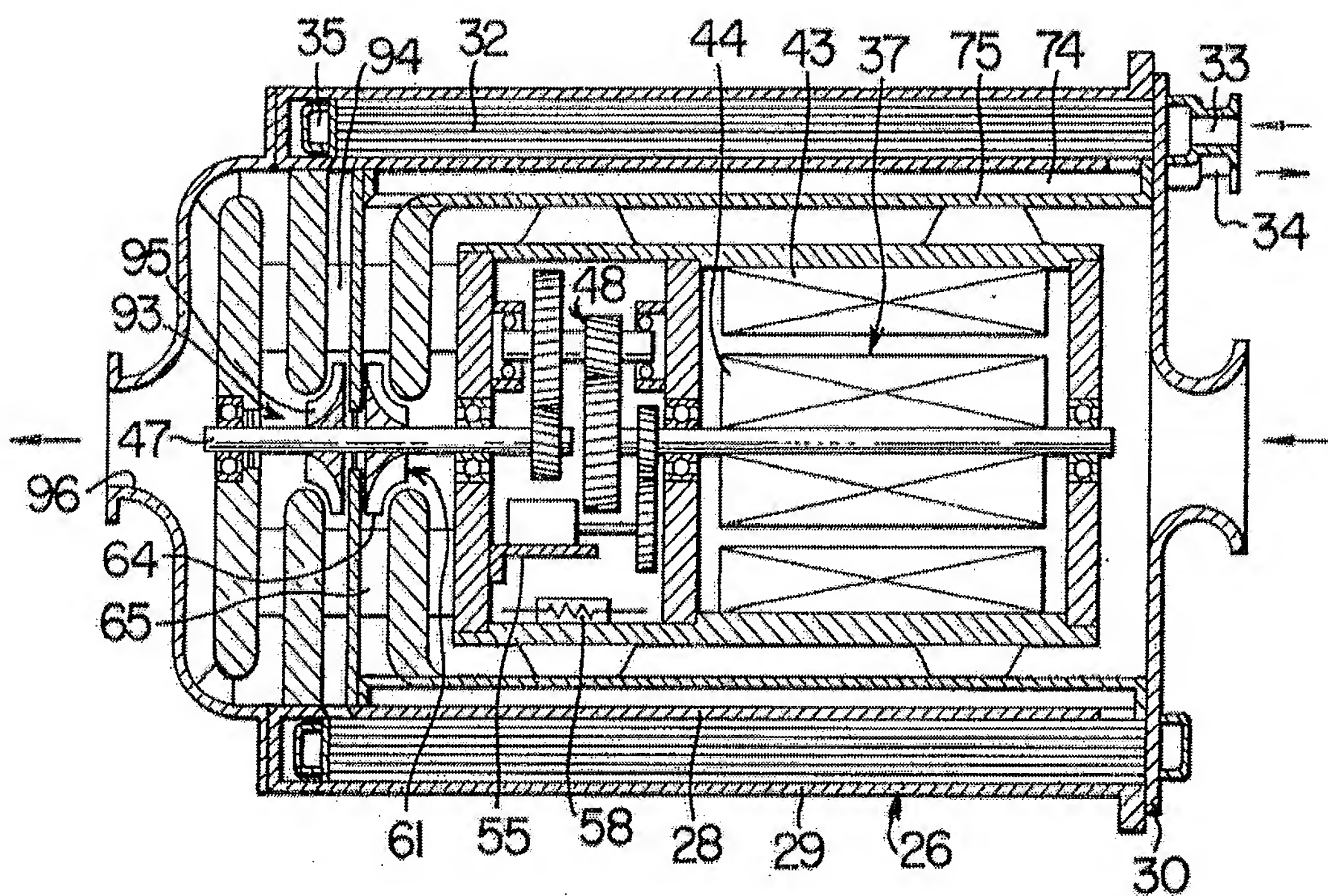
FIG. 21



609814/0918

P 25 41 715.6

FIG. 22



609814/0918

P 25 41 715.6



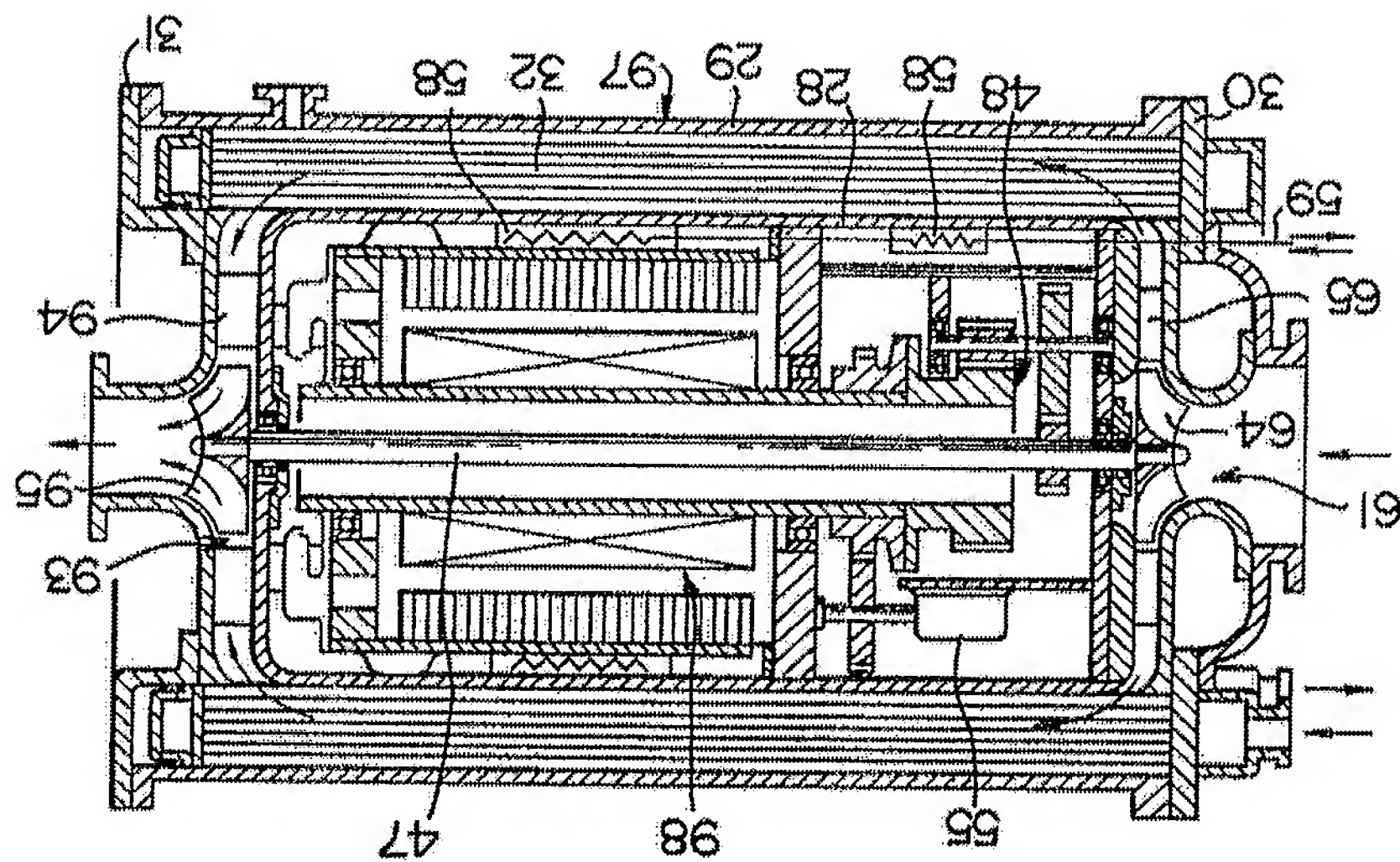
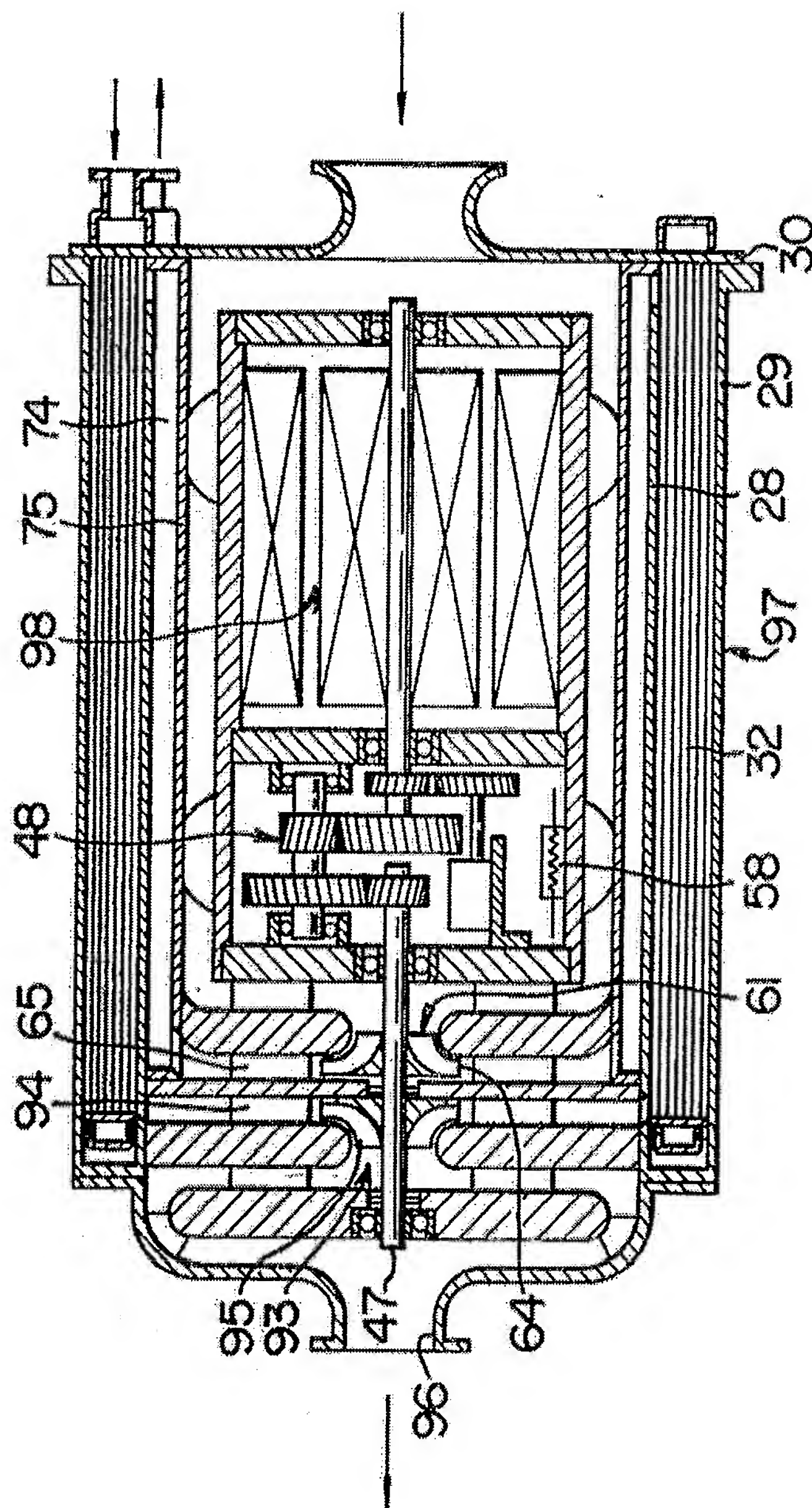


FIG. 23

FIG. 24



Patentanwältin  
 Dipl.-Ing. R. BEETZ sen.  
 Dipl.-Ing. K. LAMPRECHT  
 Dr.-Ing. R. BEETZ Jr.  
 4 München 22, Steinendorferstr. 10

609814/0918

P 25 41 715.6